

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ТЕХНОЛОГІЯ КУЛІНАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЛІЇ
СОНЯШНИКОВОЇ ВИСОКООЛЕЇНОВОГО ТИПУ

МОНОГРАФІЯ



Харків, 2017

УДК 641.5:663.347.8
ББК 36.992.1
Т 38

Авторський колектив:

А. М. Діхтярь, Н. В. Федак, О. О. Гринченко, Є. П. Пивоваров

Рецензенти:

М. Ф. Кравченко, д-р техн. наук, проф. кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету, завідувач кафедри технології і організації ресторанного господарства;

О. В. Неміріч, канд. техн. наук, доцент кафедри технології харчування та ресторанного бізнесу Національного університету харчових технологій

Рекомендовано до друку вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі, протокол № 16 від 03.07.2017 р.

Технологія кулінарної продукції з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу : монографія / А. М. Діхтярь, Н. В. Федак, О. О. Гринченко, Є. П. Пивоваров. – Х. : ФОП Рогожников О. В., 2017. – 134 с.

ISBN 978-617-7384-85-3

Науково обґрунтовано та розроблено технологію продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу, (ОСВТ).

Визначено вплив технологічних чинників на властивості олії соняшникової високоолеїнового типу. Обґрунтовано раціональні параметри технологічної обробки олії соняшникової високоолеїнового типу, що дозволяють використовувати її як рецептурний компонент заварного тіста та середовище для смаження. Одержано комплекс нових даних, що характеризують органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та токсикологічні показники, поживну цінність нової продукції, науково обґрунтовано умови й терміни зберігання. Розроблено рекомендації щодо застосування продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу у вигляді самостійного продукту та напівфабрикату.

Монографія може бути корисна для наукових працівників, аспірантів, студентів, що навчаються за спеціальністю «Харчові технології», а також для практичних працівників харчової промисловості та закладів ресторанного господарства

УДК 641.5:663.347.8
ББК 36.992.1

© Діхтярь А. М., Федак Н. В., Гринченко О. О.,
Пивоваров Є. П., 2017

© Харківський державний університет
харчування та торгівлі, 2017

ISBN 978-617-7384-85-3

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЙ І ЖИРІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ ЗАВАРНОГО ТІСТА	8
1.1 Технологічні аспекти виробництва продукції із заварного тіста	8
1.2 Характеристика складу, фізико-хімічних показників та функціонально-технологічних властивостей жирів	17
1.3 Сучасний стан виробництва олій і жирів та перспективи розвитку олієжирової промисловості	30
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ОЛІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ВИСОКООЛЕЇНОВОГО ТИПУ	39
2.1. Технологічні показники олії соняшnikової високоолеїнового типу та їх зміна під впливом технологічних чинників	39
2.1.1 Дослідження основних фізико-хімічних показників олії соняшnikової високоолеїнового типу та їх зміна під час зберігання	39
2.1.2 Визначення впливу параметрів термічної обробки на фізико-хімічні показники олії соняшnikової високоолеїнового типу	50
2.1.3 Дослідження стійкості олії соняшnikової високоолеїнового типу до процесів окиснення за тривалої термообробки	57
2.1.4 Дослідження змін основних технологічних показників олії соняшnikової високоолеїнового типу під час гідротермічних процесів	70
2.2 Раціональні параметри технологічної обробки олії соняшnikової високоолеїнового типу та розробка рекомендацій з її використання в технології продукції із заварного тіста та як середовище для смаження	76
РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ ЗАВАРНОГО ТІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ ОЛІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ВИСОКООЛЕЇНОВОГО ТИПУ	79
3.1 Інноваційний задум технології продукції із заварного тіста з використанням олії соняшnikової високоолеїнового типу	79
3.2 Дослідження впливу олії соняшnikової високоолеїнового типу на структурно-механічні властивості заварного тіста та випечених з нього напівфабрикатів	84
3.3 Розробка технології продукції із заварного тіста з використанням олії соняшnikової високоолеїнового типу	94
3.4 Дослідження основних показників якості та безпечності продукції із заварного тіста з використанням олії соняшnikової високоолеїнового типу	103
3.5 Обґрунтування термінів та умов зберігання продукції із заварного тіста з використанням олії соняшnikової високоолеїнового типу	109
ВИСНОВКИ	116
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	118

ВСТУП

В умовах зростання конкуренції на споживчому ринку важливим завданням для харчової промисловості та закладів ресторанного господарства є інтенсифікація існуючих технологічних процесів, ефективне використання потенціалу сировини, розширення асортименту продукції. Це визначає певні вимоги до інгредієнтного складу та технологій харчової продукції, які мають бути інвестиційно привабливими та конкурентоспроможними. Вищезазначене повною мірою розповсюджується й на виробництво продукції із заварного тіста, обсяги виробництва та споживання якої останнім часом суттєво зростають. Використання в її складі як жирового компонента масла вершкового, маргаринів, спредів, гідрогенізованих олій унаслідок постійно зростаючої вартості, незадовільного жирнокислотного складу, обмеженого терміну придатності продукції на їх основі стали стримуючим чинником, що не задовольняє вимогам виробників.

Теоретичні основи та практичні аспекти виробництва продукції із заварного тіста висвітлено в роботах В.С. Грюнера, Е.А. Щербова, В.С. Михайлова, О.В. Самохвалової, Т.П. Бородіної, G. Talbot, D. Menli та інших. Аналітично доведено, що у процесі тістоутворення заварного тіста важливими є технологічні властивості жирового компонента. Проте відсутні системні дослідження, спрямовані на вивчення його впливу з огляду на фізичні та фізико-хімічні властивості, жирнокислотний склад на процес тістоутворення та споживні властивості продукції із заварного тіста. Накопичений в останні роки досвід виробництва різних олій з оптимальним жирнокислотним складом, який розвинено вітчизняними науковцями В.В. Кириченко, С.М. Тимчук, В.В. Поздняковим та іншими провідними фахівцями олієжирової промисловості, не реалізовано повною мірою.

Сьогодні шляхом індукції мутацій із корисним біохімічним ефектом виведено гібрид соняшнику з високим вмістом гліцеринів олеїнової кислоти, з якого виробляється олія соняшникова високоолеїнового типу (ОСВТ), що

містить понад 89% гліцеринів олеїнової кислоти. ОСВТ як представник групи жирних кислот родини ω -9, що позитивно впливають на обмін холестерину та склад ліпопротеїнів у сироватці крові, забезпечують зменшення захворюваності людей на ішемічну хворобу серця, що дозволяє позиціонувати її як функціонально-фізіологічний компонент харчування. Крім того, прогнозується, що ОСВТ характеризується високою стійкістю до процесів окиснення під час термообробки та зберігання, що потребує експериментального підтвердження.

З огляду на зазначене, наукове обґрунтування та розробка технологій продукції із заварного тіста з використанням як жирового компонента ОСВТ є важливим науковим і практичним завданням галузевого значення, вирішення якого дозволить створити продукцію з новими споживними властивостями, розширити ринки збуту та асортимент продукції.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЙ І ЖИРІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ ЗАВАРНОГО ТІСТА

1.1 Технологічні аспекти виробництва продукції із заварного тіста

Конкурентоспроможність окремого підприємства визначається не лише обсягами виробництва та реалізацією продукції, а, насамперед, наявністю інноваційної складової у підприємстві. Інноваційний розвиток закладів ресторанного господарства (ЗРГ) та підприємств харчової промисловості є основою стратегічного планування, яке формує комплекс заходів, пов'язаних із випуском нового виду продукції, упровадженням і використанням нових технологій, розвитком ринків збуту, організацією виробництва. Тому сьогодні ЗРГ та харчова промисловість орієнтується на інноваційний шлях розвитку, в основі якого лежить цілеспрямований процес пошуку нових технологій та сировинних джерел, що характеризуються доступністю, технологічністю, функціональністю. Найважливішою умовою створення нової технології є отримання продукції, яка не поступається за якістю аналогам, а за деякими показниками перевершує їх [1-6].

У структурі харчування людини важливе місце займає споживання борошняних кулінарних та кондитерських виробів, серед яких високим попитом користується продукція із заварного тіста. У загальній структурі ринку харчової промисловості продукція із заварного тіста займає сегмент, який динамічно розвивається [3].

З точки зору споживчих властивостей продукція із заварного тіста – це вироби круглої чи овальної форми, з порожниною всередині, яка заповнюється наповнювачами, різними за структурою та смаковими властивостями.

Шляхи формування асортименту продукції із заварного тіста залежать від їх рецептурного складу та технології виготовлення (рис. 1.1).

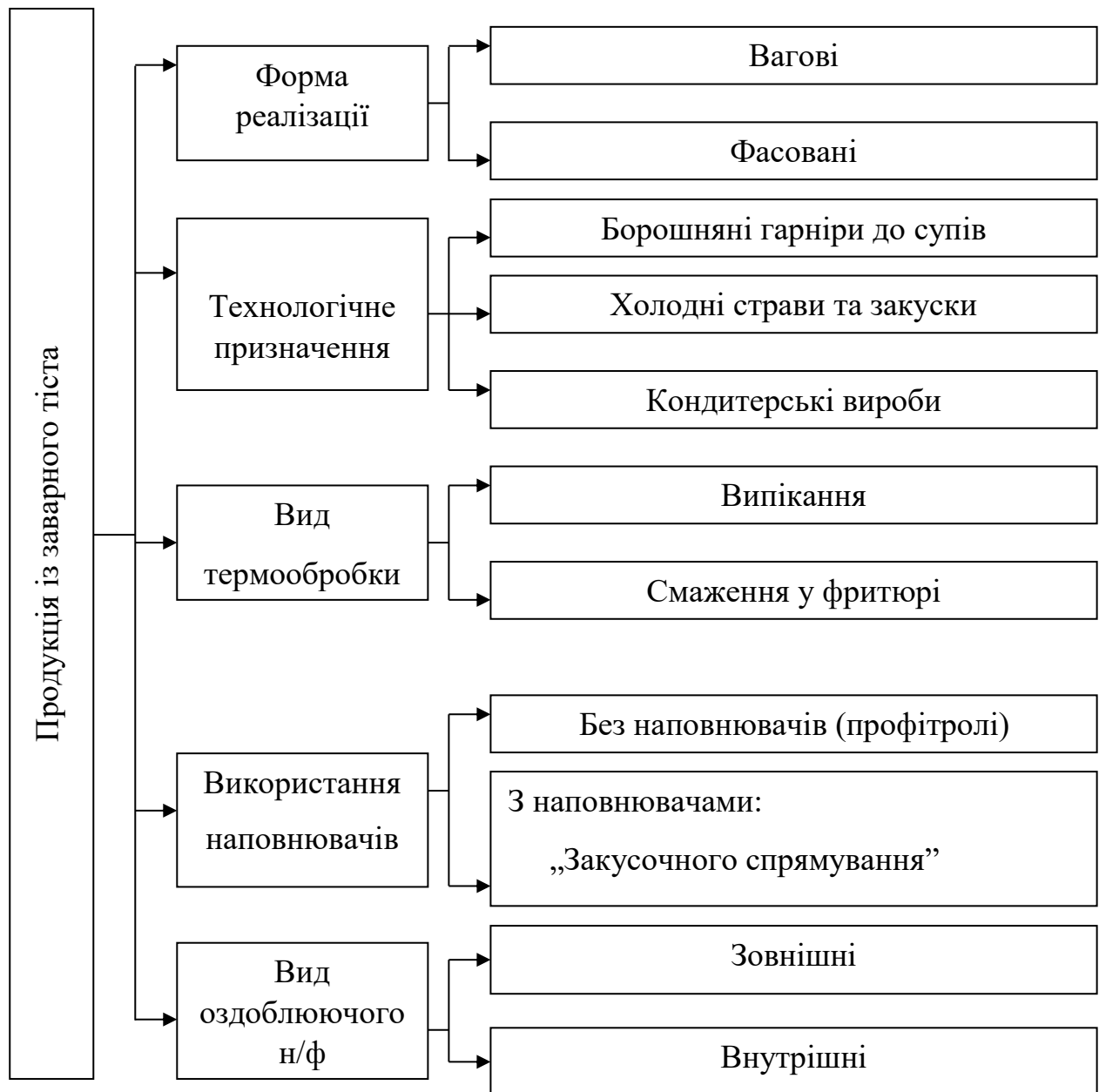


Рис. 1.1. Формування асортименту продукції із заварного тіста

Технологія приготування продукції із заварного тіста передбачає наступні операції: підготовка сировини, заварювання борошна, охолодження, введення яєць, приготування тіста, формування, випікання, охолодження, оздоблення, пакування, зберігання. Оптимізація технологічного процесу виробництва

продукції із заварного тіста сприяє отриманню продукції високої якості за раціональних умов.

У виробництві продукції із заварного тіста процес тістоутворення має істотне значення, оскільки на цій стадії формується певна структура, що визначає в подальшому якість готової продукції. На першій стадії приготування тіста готується кипляча водо-соле-жирова суміш.

На другій стадії відбувається заварювання борошна, у процесі заварювання борошна білки частково піддаються денатурації. Дослідження зміни екстрагування білків борошна на цій стадії технологічного процесу показують, що гліадін і глютенін кількісно майже не змінюються, тоді як вміст водорозчинних білків зменшується приблизно на 30 % [11]. Одночасно відбувається клейстеризація крохмалю. Наявність в заварній суміші жиру і солі впливає на процес клейстеризації. Жир утворює з молекулами білків і крохмальних полісахаридів борошна стійкі комплекси. Важливу роль при цьому відіграють триацилгліцерини (ТАГ) насичених і ненасичених жирних кислот. Моногліцерини проявляють цю властивість більшою мірою, ніж дигліцерини. Адсорбуючись на поверхні крохмальних зерен і міцел пшеничного білка, жир екранує частину гідрофільних груп, перешкоджаючи їх взаємодії з водою і утворенню міцного клейстера. Послаблюючи зв'язок між міцелами білка, а також полісахаридами крохмалю пшеничного борошна, жир збільшує пластичність тіста. Найбільшу активність у відношенні до білка борошна проявляють жири, що містять суміш ТАГ наступного складу: насичені жирні кислоти – 10...20% і ненасичені – 80...90% [20]. Таким співвідношенням жирних кислот характеризується олія. Жири здатні активніше адсорбуватися білками борошна із "слабкою" клейковиною внаслідок їх структурної особливості. Найбільша кількість жирів вступає в комплекс з глобуліновою фракцією білка борошна. Такі білково-ліпідні комплекси виникають під дією електростатичних і водневих зв'язків між полярними ліпідами і амінокислотами, а також під дією гідрофобних взаємодій між тригліцеридами і неполярними групами білків [15-19]. Хлористий натрій, змінюючи активність

води, в якій відбувається заварювання борошна, підвищує температуру клейстеризації крохмалю і знижує температуру денатурації білків, сприяє зниженню в'язкості крохмального клейстеру [11-17].

Під час перемішування завареної маси з яйцями відбувається емульгування жиру. Емульгуючі властивості білків яйця суттєво залежать від ступеня їх денатурації [15-17]. Часткова денатурація білків підвищує ці властивості, тоді як глибока денатурація знижує їх. Завершення процесу приготування тіста визначається органолептично, в результаті необхідно отримати однорідну консистенцію заварного тіста, що свідчить про рівномірний розподіл компонентів тіста по всьому об'єму.

Готове до випікання заварне тісто є складною дисперсною системою, у формуванні якої беруть участь пластифікований жиром крохмальний клейстер, частково денатуровані білки борошна та яйця. Структура заварного тіста характеризується високою в'язкістю.

Процес формування структури напівфабрикату під час випікання заготовок із заварного тіста складається з трьох періодів: збільшення об'єму напівфабрикату (протягом перших 15×60 с, закріплення його (наступні 5×60 с) і формування внутрішньої порожнини напівфабрикату (весь інший час до кінця випікання). На всіх етапах відбувається значне випаровування вологи. Вологість напівфабрикату при цьому зменшується з 54 до 17 % [11, 17].

Протягом перших 5×60 с з початку процесу випікання температура на поверхні тістового напівфабрикату (н/ф) піднімається до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому відбувається подальша денатурація білків борошна та яєць і клейстеризація крохмалю, утворюється міцна паронепроникна оболонка. Колір, форма і обсяг випеченого н/ф із заварного тіста помітно не змінюються [15-16].

На розрізі випеченого н/ф із заварного тіста спостерігаються поодинокі пори невеликого розміру. Наступні $(5 \dots 15) \times 60$ с відбувається прогрівання напівфабрикату. Температура в центрі н/ф при цьому не перевищує $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, утворюється температурний градієнт, і за рахунок термовологопровідності водяна пара переміщається до центру напівфабрикату.

Збільшуються розміри пор, перегородки між ними стають тоншими і розриваються, утворюючи внутрішню порожнину напівфабрикату. Долаючи опір паронепроникної оболонки, що утворилася, паро-повітряне середовище розтягує її і збільшує обсяг напівфабрикату в 3,0...3,5 рази. Поверхня оболонки покривається неглибокими розривами. Вологість на цьому етапі випікання зменшується з 54 до 48 %. Внутрішня порожнина напівфабрикату набуває пористої структури [15-16].

У період з (15...20)×60с з початку випікання обсяг напівфабрикату досягає кінцевої величини. Температура поверхневих шарів перевищує 100°C, що призводить до деструкції крохмальних полісахаридів, білків борошна та яєць, зміни забарвлення поверхні напівфабрикату, який стає золотистого кольору (реакція меланоїдиноутворення). Оболонка набуває міцності. На другому етапі випікання волога інтенсивно випаровується за рахунок капілярно-зв'язаної вологи. Вологість при цьому зменшується з 48 до 24 % [15-16].

В останні 15×60 с температура внутрішніх шарів напівфабрикату досягає 98°C, при цьому закінчується формування порожнини, яка стає без перегородок. Температура поверхні напівфабрикату перевищує 150°C, що сприяє завершенню утворення кольору поверхні напівфабрикату, яка стає світло-коричневою. Знижується інтенсивність вологовіддачі. З оболонки напівфабрикату відбувається випаровування адсорбційно зв'язаної вологи. До кінця випікання вологість досягає 11% [15-16].

Враховуючи популярність продукції із заварного тіста, поліпшення та стабілізація якості, смакових властивостей даної групи продуктів харчування є одними з перспективних напрямків галузі. У ході технологічного процесу дуже важливо, щоб основна та додаткова сировина характеризувалась необхідними властивостями та показниками – це інтенсифікує технологічний процес і дозволяє виготовляти високоякісну продукцію [13-14, 19].

Аналітично підтверджено, що реалізація технологічного процесу виробництва продукції із заварного тіста визначається переважно

технологічними властивостями жирового компоненту, який здатен впливати на реологічні, структурно-механічні та фізико-хімічні властивості готового продукту. Отже, доцільно розглянути питання значення жиру у технологічному процесі, враховуючи такі критерії: сировинний; фізіологічний; технологічний.

Відомо, за рахунок енергетичної цінності жирів, що входять до складу харчового раціону, організм людини покриває до 30% енергії, яка витрачається. Харчову цінність жирів наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Харчова цінність жирів[7]

Жир	Середня енергетична цінність, кДж	Засвоюваність, %
Вершкове масло	38,64	93...98
Олія:		
кокосова	37,38	94
бавовняна	39,48	95...98
соняшникова	39,23	95...98
Маргарин та гідрогенізовані жири	40,11	93...98

З табл. 1.1. видно, що ступінь засвоюваності жирів коливається від 93...98 %, а найбільшою енергетичною цінністю характеризуються маргарин і гідрогенізовані жири. Харчова цінність жирів і продуктів, отриманих на їх основі, залежить від жирнокислотного складу і наявності комплексу фізіологічно активних речовин, таких, як фосфатиди, жиророзчинні вітаміни, стероли, токофероли та ін. Поліненасичені кислоти активізують метаболічні процеси. Мононенасичена олеїнова кислота знижує вміст холестерину в крові та ризик виникнення ішемічної хвороби серця, а також позитивно впливає на склад ліпопротеїдів в сироватці крові. Насичені жирні кислоти є

енергоресурсом для роботи серця. Тому залежно від призначення і використання перевагу надають або рідким, або твердим жирам.

Сьогодні в технології продукції заварного тіста, як жировий компонент використовуються вершкове масло, маргарин, кулінарний жир, кокосова, бавовняна та рапсова олії, гідрогенізовані жири із рослинної сировини, шортенінги [11-12, 15-17].

Існуючі рецептури не задовільняють вимогам сучасного споживача у повному обсязі. Тому, однією з найважливіших вимог до продукції із заварного тіста є високі органолептичні показники, збалансованість за харчовою та біологічною цінністю, висока якість протягом тривалого терміну зберігання, широкий асортимент [13-14, 19]. У цьому напрямку було здійснено багато досліджень [11-12, 14-21], проте їх системність відсутня.

Автором [20] досліджено вплив жирних кислот, що відрізняються довжиною вуглецевого ланцюга і ступенем насиченості, на зв'язування їх білками і крохмальними полісахаридами борошна в модельній системі заварного тіста. Встановлено, що ненасичені жирні кислоти ефективніше вступають у взаємодію і зв'язуються білком, причому міцність зв'язування збільшується з зростанням ступеня ненасиченості кислот, що пояснюється реакційною здатністю подвійних зв'язків [16-21]. Взаємодія ліпідів з молекулами крохмальних полісахаридів відбувається шляхом включення ліпідів у спіралі молекул полісахаридів. Параметри утворення і властивості крахмально-ліпідних комплексів досить широко подано в літературі [14-21]. Утворення комплексів визначається не тільки структурою молекули ліпідів і ступенем їх полімеризації, але і величиною рН середовища і температурою. Зі збільшенням величини рН і температури здатність ліпідів утворювати комплекси з крохмальними полісахаридами збільшується, оскільки водневі зв'язки полісахаридів послаблюються і число глюкозних залишків з дисоційованими гідроксильними групами збільшується. Процес гідротермообробки також сприяє утворенню ліпід-полісахаридних комплексів. В утворенні комплексів бере участь як амілоза, так і амілопектин. Однак

амілопектин характеризується значно меншою здатністю утворювати такі комплекси, ніж амілоза [21].

Температура плавлення і агрегатний стан жиру суттєво впливає на ступінь пластифікації тіста заварного. Це питання широко висвітлено у літературі [15-17, 21]. Установлено, що в процесі приготування тіста та його випікання відбувається інтенсивне зв'язування ліпідів – більше 75 % вільних ліпідів, в тому числі 90 % гліко- і фосфоліпідів і 66 % гліцеридів [21].

У технологічному процесі виготовлення продукції із заварного тіста, жири не лише впливають на структурно-механічні властивості тіста, а й визначають тривалість зберігання готових виробів [17-20]. Уміст жирів у продукції із заварного тіста становить 13,5 %, а термін зберігання цієї продукції коливається в широких межах від $(12...72) \times 60^2$ с за $t = 0...6$ °C (продукція ЗРГ) до 360 діб за $t = -18$ °C (продукція харчової промисловості). Отже, для виробництва продукції із заварного тіста необхідно використовувати жири, які є стійкими до процесів окиснення.

Учені-дієтологи рекомендують, щоб харчові жирові продукти відповідали наступним вимогам [8-10]:

- мали збалансований жирнокислотний склад;
- містили ненасичені омега-3, омега -6 та омега -9 жирні кислоти;
- мали мінімальний вміст холестерину і трансізомерів жирних кислот.

Дефіцит есенціальних (поліненасичених) жирних кислот та висока собівартість жирів, що використовуються у технології виробів із заварного тіста, спонукають виробника до пошуку альтернативної заміни їх на іншу сировину. Для забезпечення рекомендованого жирнокислотного складу в раціоні людини має бути витримано таке співвідношення: 1/3 олій і 2/3 жирів тваринного походження. Це співвідношення може коливатися залежно від групи споживачів. Так, для людей похилого віку воно має становити 1:1.

Джерелом есенціальних жирних кислот у виробництві борошняних кондитерських виробів (БКВ), зокрема продукції із заварного тіста, можуть бути олії. У світовій практиці є певний досвід виробництва БКВ із додаванням олій. Використання олії дозволяє збагатити продукцію ненасиченими жирними кислотами, перш за все незамінними, а також знизити її собівартість за рахунок виключення вершкового масла і маргаринової продукції та залучення сировини вітчизняного походження.

Грюнер В.С. та Щербова Е.А. досліджували можливість використання олії у виробництві продукції із заварного тіста замість вершкового масла. Для цієї мети дослідники використовували соняшникову і кукурудзяну олії. Під час випікання тістових заготовок випресовування олії не відбувалося. Смак і запах готових напівфабрикатів із заварного тіста суттєво не змінився. Питомий об'єм напівфабрикатів із заварного тіста збільшився на 5...10 % в порівнянні з контрольними зразками, виготовленими з використанням вершкового масла (заміна при цьому була рівноцінна 1:1, тобто без урахування вмісту ліпідів в жирових продуктах) [15].

Михайлов В.С. та Бородіна Т.П. показали вплив кількості олії (від 50 до 100 %) на якість напівфабрикатів із заварного тіста [16]. У зазначеній роботі встановлено, що об'єм напівфабрикатів збільшується з підвищенням вмісту олії. Проте автори випікали напівфабрикати не традиційним способом, тобто шляхом відсадки тістових заготовок на кондитерський лист, а у формах, тому ці дані не можуть бути підставою для розроблення рецептури напівфабрикатів із заварного тіста, що використовується як жировий компонент олія. Оскільки під час випікання на кондитерському листі, тобто за більшої поверхні вологовіддачі, збільшення кількості олії в тісті призвело б до різкого зниження в'язкості тіста, що не дозволило б отримати напівфабрикати задовільної якості.

Про можливість використання олій у виробництві продукції із заварного тіста вказує Лемкуль Л.М. [17], де наводиться тільки рецептура тіста без наведення оцінки якості готової продукції.

Моніторинг існуючих рецептур показав, що все частіше використовуються технології, де як жирові компоненти тіста застосовуються шортенінги та інші емульсії на зразок олії у воді, які покращують структуру тіста і якість готової продукції.

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що на якість готової продукції із заварного тіста суттєво впливає жировий рецептурний компонент та параметри технологічного процесу. Теоретичні основи та практичні аспекти розробок вітчизняних та зарубіжних вчених [14-17] не носять системний характер і не дозволяють дати науково обґрунтовані рекомендації щодо повної чи часткової заміни жирового компонента. У зв'язку з цим виникає необхідність до пошуку альтернативної заміни вершкового масла у технології продукції із заварного тіста.

1.2 Характеристика складу, фізико-хімічних показників та функціонально-технологічних властивостей жирів

Хімічні та фізичні властивості жирів значною мірою визначаються складом жирних кислот і їх просторовою орієнтацією у молекулі триацилгліцерину (ТАГ). Хімічно всі жири та олії є складними ефірами гліцерину і жирних кислот, проте фізичні властивості натуральних жирів і олій змінюються в широких межах, оскільки, по-перше, співвідношення жирних кислот змінюється в широкому діапазоні а, по-друге, структура ТАГ кожної окремої олії або жиру різняться між собою. Оскільки, у всіх ТАГ гліцеринова частина молекули ідентична, різниця властивостей жирів і олій залежить від кількості і якості жирних кислот, що входять до складу молекули, а також довжини ланцюга, кількості і положення подвійних зв'язків та положення жирної кислоти на гліцериновому залишку. Структура ТАГ визначається особливістю з'єднання жирних кислот з гліцерином. Зазвичай жири та олії складаються із різнокислотних ацилгліцеринів, а не з суміші однокислотних,

тому властивості ТАГ залежать від положення, яке кожна ацильна група займає в молекулі гліцерину [22].

Жирні кислоти поділяються на дві великі групи: насичені – граничні та ненасичені – неграничні, які мають подвійні зв'язки. Від кількості подвійних зв'язків у молекулі залежать усі основні властивості ненасичених жирних кислот. Найбільше значення за ступенем поширення в продуктах та властивостями мають такі жирні кислоти: стеаринова ($C_{18:0}$), пальмітинова ($C_{16:0}$) (насичені); олеїнова ($C_{18:1}$), лінолева ($C_{18:2}$), ліноленова ($C_{18:3}$), арахідонова ($C_{20:4}$), ейкозопентаєнова ($C_{20:5}$) (ненасичені). Насичені жирні кислоти у великій кількості зустрічаються у складі тваринних жирів (вони складають до 50 % баранячого, яловичого жирів). Надлишок у раціоні насичених жирів сприяє порушенню обміну холестерину ліпідів та підвищенню вмісту холестерину в крові. Ненасичені жирні кислоти розповсюджені в оліях, горіхах, морепродуктах, вівсяній та гречаній крупах. В оліях їх вміст становить до 80...90 % (соняшникова, кукурудзяна, лляна, оливкова). Лінолева та ліноленова кислоти не синтезуються в організмі людини, а арахідонова кислота може утворюватися з лінолевої за участю вітаміну B_6 . [25].

За своєю просторовою структурою та хімічними властивостями ЖК та тригліцериди можуть мати значну кількість ізомерів, тому в реальних технологічних процесах вони здатні до ізомеризації. Аналіз будови тригліцериду показує, що кожна жирна кислота може мати ізомери за подвійним зв'язком (подвійними зв'язками); ізомери за спряженням (коли містяться 2 або 3 подвійних зв'язки) та стереоізомери. Стосовно тригліцеридів існують ізомери за положенням ланцюгів жирних кислот (R_1, R_2, R_3) відносно гліцерину, а також відносно положення спиртової групи у гліцерині (R^1, R^2, R^3); просторова ізомеризація, оскільки другий атом вуглецю в гліцерині може бути асиметричним. Стереоскопічне представлення допомагає відрізнити позиції 1 та 3 у гліцерині, коли вони заміщені різними ЖК. З трьома ЖК можуть утворюватись 10 тригліцеридів, які хімічно відрізняються, або 18

тригліцеридів, якщо мати на увазі ізомери, або їх може бути 27 у загальній кількості, враховуючи енантіомери (просторові форми).

Основними компонентами жирів є ТАГ, але крім них до складу жиру чи олії входять різні кількості мінорних компонентів, більшість з яких суттєво впливають на хімічні та фізичні властивості жирів. Крім вільних жирних кислот, олія містить 2 і більше відсотків нежирових речовин, в жирах тваринного походження ця цифра значно менша. Ці компоненти також називають неомилюваною фракцією, до складу якої входять фосфоліпіди, токофероли, стероїди, воски, вуглеводні, пестициди, білки, метали в слідовій кількості і пігменти на зразок госипола, каротина і хлорофіла.

У табл. 1.2. наведено вміст неомилюваних фракцій в більшості харчових жирів до обробки [27-30].

Таблиця 1.2

Нежирові компоненти жирів та олій

Олія та жир	Вміст, %				
	Фосфоліпіди, %	Стероїди, мг/кг	Холестерин, мг/кг	Токофероли, мг/кг	Токотриєноли, мг/кг
1	2	3	4	5	6
Соева	2,2±1,0	2905±125	28±7	1293±300	86±86
Рапсова	2,0±1,0	8050±3230	53±27	692±85	-
Кукурудзяна	1,25±0,25	15 050±7100	57±38	1477±183	355±355
Бавовняна	0,8±0,1	4560±1870	68±40	865±35	30±30
Соняшникова	0,7±0,2	3495±1055	26±18	738±82	270±270
Сафлорова	0,5±0,1	2373±278	7±7	460±230	15±15
Арахісова	0,35±0,05	1878±978	54±54	482±345	256±18
Оливкова	До 0,1	100	До 0,5	110±40	89±89
Пальмова	0,075±0,025	2250±250	16±3	240±60	560±140
Кокосова	До 0,07	805±335	15±9	6±3	49±22
Пальмоядрова	До 0,07	1100±310	25±15	3±2	30±30

Фосфоліпіди є складовою частиною жирів, проте їх кількість не перевищує 3 %, в соняшниковій олії – 1,9...2,7 % [25]. До складу фосфоліпідів входить гліцерин, який за двома гідроксильними групами естерифікований карбоновими кислотами, як правило, поліненасиченими, а третя гідроксильна

група гліцерину не є етерифікована вищими карбоновими кислотами, а утворює ефір з фосфорною кислотою, яка, у свою чергу, за своєю гідроксильною групою етерифікована й утворює різноманітні сполуки, наприклад, із серином, етаноламіном, холіном, продукуючи фосфоліпиди фосфатидилсерин, фосфатидилетаноламін, фосфатидилхолін (лецитин). Завдяки такій унікальній будові фосфоліпиди здатні взаємодіяти з іншими ліпідами (або іншими гідрофобними речовинами) та, одночасно, з гідрофільними речовинами, тобто мати виражені гідрофільно-гідрофобні властивості. В організмі людини вони виконують дуже важливу фізіологічну роль, будучи структурним елементом оболонки та мембран клітин [25].

Токоферолі, природні антиоксиданти, виявлені в оліях, містять у собі чотири ізомери токоферолу і токотриєнолу, кожен з яких позначається як альфа (α), бета (β), гамма (γ) і дельта (δ) на основі хроманольного кільця. Токоферолі мають насичений бічний ланцюг, тоді як у токотриєнолі він ненасичений. Ці антиоксиданти зменшують швидкість окиснення ліпідів у харчових продуктах, стабілізуючи гідропероксиди та інші вільні радикали. Стабільність багатьох олій залежить від присутності природних антиоксидантів, однак високий вміст токоферолів підсилює окиснення ненасичених жирних кислот [26]. Олії, вилучені з насіння, є багатим джерелом токоферолів, а токотриєноли присутні переважно в пальмовій олії і зернових оліях з ячменю та рису. Найбільшою біологічною активністю характеризується α -ізомер, а кращі антиоксидантні властивості характерні для γ -токоферолу [76]. Вміст природних антиоксидантів зменшується після кожної стадії обробки, особливо після хімічної рафінації та дезодорації. У процесі лужної рафінації може бути видалено 10...20 % токоферолів і токотриєнолів, а в результаті дезодорації або дистиляції втрачається 30...60 % цих речовин. Жиророзчинні природні антиоксиданти мають забарвлення від ледве помітного жовтого до безбарвного, проте внаслідок окиснення вони набувають глибокого червоного відтінку, тим самим змінюючи колір олії від золотавого до червоно-жовтого [27].

Стероїди є мінорними компонентами всіх жирів і складають більшу частину неомілованих речовин. Стероїди тугоплавкі, безбарвні, термостійкі і відносно інертні. Вважається, що стероїди не впливають на властивості жирів, проте деяким стероїдам характерна антиполімеризуюча дія в гарячій олії. Стероїди, насамперед ситостерин, будучи жирнокислими ефірами, з додаванням до маргарину знижують вміст холестерину і ліпопротеїнів низької густини в сироватці крові [27]. За рахунок лужної рафінації частина стероїдів видаляється, а повне їх видалення можливе внаслідок фракційної кристалізації, молекулярної дистиляції або високотемпературного перетоплення з водяною парою.

Пігменти – речовини, що надають колір природнім жирам, включають в себе каротиноїди, які надають олії жовтий та червоний кольори; хлорофіли, що мають зеленуватий відтінок; госипол, що надає жовтуватий колір бавовняній олії. Каротиноїди, які широко розповсюджені в жирах, чутливі до нагрівання і легко адсорбуються адсорбентами. Їх концентрація в більшості жирів та олій дуже низька, за винятком пальмової олії, яка містить від 0,05 до 0,20 % каротиноїдів [29]. Госипол виявлено тільки в неочищеній бавовняній олії в кількості 0,1...0,2 %. Для видалення цього пігменту з бавовняної олії необхідно застосовувати хімічну рафінацію з використанням каустичної соди. Соева, рапсова та оливкова олії і деякі тваринні жири мають зелений колір через вміст хлорофілу або його похідних. Зелений колір хлорофілу стає більш помітним в результаті зниження інтенсивності червоного і жовтого забарвлення після термічного відбілювання. Хлорофілові пігменти, що піддавалися термічній обробці, легше видаляються в процесі відбілювання. Білкові інгредієнти в тваринних жирах, які за високих температур стають чорними, слід відокремлювати фільтрацією або промиванням водою перед тепловою обробкою жиру.

Жири та олії містяться в багатьох природних джерелах, кожен з яких забезпечує отримання певного продукту, зі своїми особливими властивостями. Насіння і плоди сотень видів рослин містять олію, в організмі всіх наземних і

морських тварин утворюється жир, але лише деякі з цих джерел мають економічне значення.

Оскільки властивості олій та їх споживче значення, в основному, залежать від наявності домінуючих жирних кислот та їх комбінацій у ТАГ, доцільно на основі переважного вмісту кислот умовно поділити їх на такі групи:

- лінолево-олеїнова (олія соняшникова, бавовняна, арахісова, кукурудзяна);
- високоолеїнова (олія соняшникова, соєва, оливкова, ріпаку);
- лінолево-ліноленова (олія соєва);
- олео-пальмітинова (олія оливкова, пальмова);
- лауринова (олія кокосова, пальмоядрова);
- ерукова (олія ріпаку, гірчиці).

Склад та фізико-хімічні властивості найбільш поширених олій, співвідношення жирних кислот у їх складі наведено в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Склад та фізико-хімічні властивості олій [31-32]

Показник	олія соняшника	олія бавовни	олія арахісу	олія кукурудзи	олія сої	олія оливи	олія пальми
1	2	3	4	5	6	7	8
Густина ρ , кг/м, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	0,920 ... 0,927	0,918 ... 0,932	0,911... 0,929	0,924... 0,926	0,921 ... 0,924	0,914... 0,918	0,925... 0,935
Показники заломлення, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	1,4741 ... 1,4755	1,472 ... 1,476	1,468... 1,472	1,471... 1,474	1,474 ... 1,488	1,466... 1,471	1,453... 1,475
В'язкість η , Па·с, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	54,9... 59,8	59,2... 73,4	75,9...81 ,2	65,7...72, 3	53,2... 65,9	71,3...87, 4	-
Температура застигання, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	-16...- 19	5...6	-2,5...3	-10...-20	-15...- 18	0...-6	40...41
Йодне число, % J ₂	119...1 36	90...11 7	82...92	111...133	120...1 41	72...89,9	48...58

Закінчення таблиці 1.3

Число омилення, мг КОН	186...194	189...199	187...197	187...190	170...195	185...200	196...210
Вміст, %: - неомилуваних ліпідів	0,3...0,8	0,6...2,0	1,0...1,2	0,2...2,2	0,2...2,1	1,4...3,5	0,2...2,0
-насичених жир.кислот, у т.ч. основних насичених кислот	8...10 C _{16:0} (6) C _{18:0} (4)	18...28 C _{16:0} (22)	18 C _{16:0} (8) C _{18:0} (8)	12 C _{16:0} (8)	13 C _{16:0} (8)	12 C _{16:0} (9,1)	48 C _{16:0} (42)
мононенасичених жир.кислот, у т.ч. основних мононенасичених кислот	23..50 C _{18:1} (23...50)	30...35 C _{18:1} (30...50)	60 C _{18:1} (60)	46 C _{18:1} (46)	23 C _{18:1} (21)	78...81 C _{18:1} (80)	43 C _{18:1} (43)
поліненасичених жир.кислот, у т.ч. основних поліненасичених кислот	40...70 C _{18:2} (40..70)	45...47 C _{18:2} (45)	22 C _{18:2} (41)	42 C _{18:2} (50) C _{18:3} (14)	64 C _{18:2} (21) C _{18:3} (11)	4...15 C _{18:2} (4...15)	9 C _{18:2} (9)

Серед олій лінолево-олеїнової групи головною є соняшникова олія. З таблиці 1.3 видно, що частка олеїнової кислоти в соняшниковій олії досягає 75% витягу загальних жирних кислот, а частка лінолевої – 15 %. Вона містить жиророзчинні вітаміни А, О, Е та характеризується високими органолептичними показниками. Бавовняна олія для споживання надходить, як правило, у рафінованому вигляді, оскільки у сирій олії міститься специфічний пігмент госипол. Олія кукурудзи містить значну кількість токоферолів – понад 0,2 %, природні антиоксиданти, жиророзчинні вітаміни. Основним представником олій лінолево-ліноленої групи є олія сої, яка за обсягами виробництва посідає перше місце у світі. До групи олео-пальмітинових жирів належать оливкова та пальмова олії. Оливкову олію отримують із м'якотних частин та ядер кісточок. Особливістю складу є значна кількість олеїнової та

пальмітинової кислот, які визначили її використання як салатної, а також для виготовлення маргаринів, кулінарних жирів. Пальмову олію, отримують із м'якоті плодів пальми (кокосову – з висушеної м'якоті), а пальмоядрову – із ядер. Ці олії значною мірою відрізняються за складом жирних кислот, пальмова належить до олео-пальмітинової групи, а пальмоядрова – до ірупи лауринових масел. У пальмовій олії основну частку жирних кислот складають пальмітинова та олеїнові кислоти – до 90 %.

Наведений в табл 1.3 хімічний склад окремих олій визначає їх характеристики, що в свою чергу визначає їх придатність для застосування в різних технологічних процесах і рецептурах.

Враховуючи характеристики жирів, вважається доцільним їх використання як рецептурного компоненту; середовища для смаження; ізолюючого компоненту; екстрагуючої речовини; засобу змашування.

Жири впливають на органолептичні показники, реологічні властивості, харчову цінність та терміни зберігання продукції.

Основні фізичні властивості жирів:

- нерозчинність у воді;
- низька температура плавлення;
- пластичність;
- здатність до застигання.

Функціональні властивості жирів залежать від декількох важливих чинників, які й визначають придатність жиру для певного напряму використання. Найважливіші характеристики жирів, які необхідно враховувати під час розробки рецептури будь-якого продукту:

Смак і запах. Повністю нейтральний смак і запах жиру, оскільки в готових виробках цей показник виявляється більшою мірою, ніж в сировині, що входить до складу продукту. В окремих випадках типовий смак, наприклад, смак топленого свинячого жиру або вершкового масла, є бажаним, проте присмак вхідної сировини або окислений смак і запах неприпустимим.

Стабільність смаку. Нейтральний або характерний смак жирового компоненту має бути стабільним протягом усього терміну придатності готового виробу. Жир або олія мають мати певний ступінь стійкості до погіршення смаку внаслідок окислювальних або ліполітичних процесів.

Фізичні властивості. Кожен жир має характерний жирнокислотний склад і розподіл жирних кислот в ТАГ. Фізичні, функціональні і органолептичні властивості жирів частково є функцією жирнокислотного складу, але залежать також від розподілу жирних кислот в ТАГ, що входять до їх складу.

Форма кристалів. Жири та олії поліморфні. Це означає, що в процесі охолодження формується низка все більш і більш організованих кристалів аж до досягнення стійкої кінцевої кристалічної форми. Тип отриманих кристалів визначає структурні та функціональні характеристики більшості продуктів на жировій основі. Готові харчові продукти являють собою суміші інгредієнтів, що закріплені в матриці твердого жиру. У цьому випадку жир є головним функціональним інгредієнтом і пов'язує інші складові частини разом, одночасно надаючи продукту певну текстуру і органолептичні властивості.

Харчова цінність. Жири та олії визнані важливими харчовими речовинами, оскільки вони мають високу енергетичну цінність, містять есенціальні жирні кислоти, а також є носіями жиророзчинних вітамінів. Однак медичні дослідження показали можливий взаємозв'язок між споживанням транс-жирів, що виникають в результаті технологічної обробки, і збільшенням ризику до виникнення серцевої хвороби.

Жири часто стають лімітувальним фактором технологічних процесів через їх велику чутливість до різних фізико-хімічних впливів і параметрів технологічного процесу. Слід зазначити, що головними напрямками їх технологічних змін є автоокислення, термоокислення, гідроліз та деструкція. Швидкість та глибина цих змін відіграють першочергову роль у формуванні якісних показників, як сировини, так і готової продукції.

Сучасні підходи до організації технологічного процесу у закладах ресторанного господарства передбачають використання значного асортименту жирів та жировмісної сировини [26, 33-35].

Велика кількість різноманітних впливів на жири призводить до трансформації їхніх властивостей, що змінює характеристики і, як правило, погіршує харчову цінність, а також товарознавчо-технологічні властивості жирів.

Розрізняють наступні чинники, які суттєво знижують якість жирів:

- зберігання (окиснення);
- термохімічна деструкція (гідроліз, термоокиснення, піроліз та термополімеризація).

Значні зміни властивостей олій відбуваються в результаті хімічних реакцій за участю води та кисню – автокаталітичний гідроліз та автокаталітичне окиснення. Можна зробити висновок, що під час розробки кулінарної продукції необхідно враховувати склад і структуру її компонентів, технологічні процеси виробництва, умови зберігання, а також чинники, які каталізують та інгібують процеси окиснення.

З наукових досліджень [39] відомо, що зниження негативного впливу на якість олій, можливе за рахунок максимального збереження природних антиоксидантів або додавання природних чи синтетичних антиоксидантів. Відомо, що всі олії, як правило, містять у своєму складі природні інгібітори окиснення (токофероли, каротиноїди, фосфоліпіди і т.д.). Однак для виявлення антиоксидантних властивостей цих речовин, потрібні певні умови, вивченню яких присвячено значну кількість досліджень та розроблено теорії інгібування цими речовинами процесів окиснення олій [45, 46-47, 66-69].

Вплив антиоксидантів можемо спостерігати за рахунок подовження латентного періоду, а також завдяки зменшенню швидкості подальшого перекисного окиснення. Дія антиоксидантів залежить від їх структури і являє собою блокування утворення вільних радикалів (антиоксиданти, які обривають

ланцюг окиснення), пряму фіксацію кисню, утворення хелатних комплексів з металами, що каталізують окиснення [41].

Як антиоксидант використовують різні речовини, які мають різноманітну хімічну природу а саме:

- фенольні антиоксиданти, які реагують з радикалами, і тим самим, обривають ланцюг окиснення;

- ароматичні аміни та хінони, механізм дії яких тотожний фенольним. Передбачається, що вони гальмують реакцію окиснення шляхом утворення неактивного радикалу, за рахунок відриву радикалом рухомого водню від аміну;

- хінони, інгібують реакцію окиснення приєднанням вільних радикалів до подвійного зв'язку.

Ефективність інгібітора визначається швидкістю його взаємодії з радикалом ланцюга. На ефективність інгібітора впливають в основному три чинники: швидкість взаємодії інгібітора з радикалом ланцюга з утворенням реактивного радикала; участь цього радикала в реакції продовження ланцюга; безпосереднє окиснення інгібітора киснем з утворенням двох вільних радикалів.

З усіх компонентів, що містяться в олії, і мають антиоксидантні властивості, найсильнішими інгібіторами окиснення є токофероли, які конкурують з поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), розщеплюючи ланцюги окиснення і запобігаючи їх подальшому псуванню шляхом утворення стабільного ТО [40, 44, 46, 48].

Токофероли мають властивість превентивних антиоксидантів, які перешкоджають процесам окиснення на стадії ініціювання. Антиоксидантна активність різних форм токоферолів залежить від умов окиснення: температури, доступу кисню, хімічної природи, фізичного стану ліпідів, їх концентрації в системі. У суміші α - і γ -токоферолів найбільший взаємний

вплив спостерігається за їх концентрації 10:10 мкг/г, при цьому α -токоферол захищає γ -токоферол [76].

Необхідно відзначити, що токофероли проявляють краще свої властивості в комбінації з іншими речовинами, які також характеризуються антиоксидантною властивістю [69-71]. Зокрема, фосфоліпіди в комбінації з токоферолами виявляють синергізм, що підсилює їх дію [70]. Механізм синергізму пов'язують зі здатністю фосфоліпідів віддавати водень своєї аміногрупи та регенерувати молекулу окисленого антиоксиданту [71, 73]. У цьому випадку більш високий синергізм проявляється в присутності α - і γ -токоферолів.

Вважається, що найбільшим ефективним антиоксидантом є комбінація α -токоферолу і суміш фосфатидилхоліну, фосфатидилетаноламіну і кардіоліпіну, а також комбінація α -токоферолу з окремими фосфоліпідами. Найбільш високий антиоксидантний вплив має суміш α -токоферолу і фосфатидилетаноламіну.

Антиоксидантний вплив безпосередньо самих фосфоліпідів пояснюється різними механізмами а саме:

- властивістю функціональних аміногруп фосфатидилетаноламіну, фосфатидилхоліну і фосфатидилсерину, які мають здатність утворювати комплекси з металами [40, 42, 47, 70-71];
- дією інозитулу в фосфатидилінозитолі [51, 73];
- проявом їх захисної дії на межі розділу фаз олія-вода з оліє-атмосферним киснем [33];
- здатністю диспергувати інші антиоксиданти в емульсіях, лімітувати поширення вільних радикалів у середовищі [73];
- здатністю альдегідів «зшиватися» в комплекси з фосфоліпідами шляхом взаємодії карбонільних та аміногруп;
- наявністю синергізму між фосфоліпідами і фенольними сполуками [70, 73].

Встановлено, що антирадикальні властивості фосфоліпідів обумовлені наявністю у них гідроксоаміногрупи [74].

На антиокиснювальну активність фосфоліпідів також впливають їх термодинамічні характеристики, тип фосфорильованих груп і походження жирних кислот [58, 71, 72]. Антиокиснювальні властивості каротиноїдів пов'язують з їх здатністю перетворювати активний синглетний кисень з його збудженого стану в менш активний – триплетний, завдяки наявності в їх складі полієнової системи, яка складається з 11 подвійних зв'язків [58, 60, 69, 75]. Проте, авторами [77-80] встановлено, що продукти розпаду каротинів мають прооксидантні властивості.

Через складність і багатостадійність процесу окиснення не існує антиоксиданта, який би самостійно міг протистояти окиснюванню жировмісних продуктів за всіх умов їхнього виробництва і зберігання. Різноманіття антиоксидантів є умовою більш ефективного підвищення стабільності олій, але разом із цим виникає низка ускладнень щодо їх використання. Для досягнення максимальної стабільності кулінарної продукції необхідна розробка композицій антиоксидантів, індивідуальних для кожного виду продуктів. Дані, останніх досліджень про біологічні властивості синтетичних антиоксидантів, вимагають обережне ставлення до їх використання, тому що існують відомості про їх канцерогенні властивості.

Узагальнення даних вітчизняних та зарубіжних літературних джерел свідчить, про складність та ризики використання жирів. Тому актуальним залишається питання використання альтернативних видів жирів, що знизить ризики технологічного потоку. Для цього необхідно враховувати хімічний склад олії; наявність в ній біологічно активних компонентів, що мають антиоксидантні властивості; поведінку жирних кислот та інших компонентів олії під впливом технологічних чинників.

1.3 Сучасний стан виробництва олій і жирів та перспективи розвитку олієжирової промисловості

Сьогодні магістральними напрямками розвитку олієжирової галузі є створення нових олієжирових продуктів із заданим складом ліпідного комплексу. Поставлені перед олієжировою галуззю завдання визначають не лише кількісне нарощування обсягів виробництва продукції, але і вимагають пошук інноваційних технологій. Пріоритетними напрямками розвитку якісного харчування є випуск олієжирових продуктів як функціональних за призначенням, так і лікувально-профілактичних, що забезпечують збереження та покращення здоров'я людини. Продукти цих груп мають відрізнятися збалансованим жирнокислотним складом, підвищеним вмістом жиророзчинних вітамінів і мінеральних елементів, а також забезпечити отримання продуктів стабільних до окиснення під час зберігання та теплової обробки [22-24].

У світі виробляється близько 25 млн т жирів, із них 3/5 припадає на жири рослинного походження [26]. Сьогодні, успішно розвиваються виробництва, які спеціалізуються на обробці натуральних жирів, що дозволяє отримати олієжировий продукт з необхідними фізичними та технологічними характеристиками. Сучасні технології дають можливість шляхом хімічної і фізичної обробки змінювати одну і більше властивостей жирів. Це дає змогу отримувати олієжирові продукти, які мають мало спільного з природними жирами, але забезпечують необхідні властивості готових продуктів, виготовлених з їх використанням. Використання різних способів обробки дозволяє виробникам використовувати більш широкий діапазон альтернативних джерел сировини, що сприяє підвищенню рентабельності виробництва.

Все більшої популярності набувають модифіковані жири. Модифікація жирів або їх обробка різними способами необхідна для досягнення певних цілей, зокрема, таких:

- отримання олієжирових продуктів, що мають функціональні характеристики, недоступні для натуральних олій або жирів;
- можливість використання більш економічно вигідної сировини для отримання олієжирових продуктів, за функціональністю дублюючих більш дорогі компоненти;
- підвищення стійкості до окиснення;
- поліпшення органолептичних показників;
- зміна типу кристалічної структури;
- розробка продуктів підвищеної харчової цінності (наприклад, із зниженим вмістом насичених жирних кислот та транс-ізомерів та підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот).

Останніми роками спостерігається тенденція збільшення споживання олій за рахунок зменшення частки жирів тваринного походження. Сировиною для олієжирової галузі є насіння соняшника, ріпака, сої, льону, рапсу, кукурудзи, оливок тощо. Досягнення сільського господарства та селекції рослин дозволили перевищити попит. Найпоширеніші олійні культури, олія яких використовується у харчовій промисловості наведено в табл. 1.4., де також указано середні значення вмісту олії в сировині, обсяги екстракції олії та основні країни вирощування цієї культури [30].

Таблиця 1.4

Рослинні олії: вміст олії в сировині, обсяг екстракції, основні країни виробники

Рослина, з якої екстрагують олію	Вміст олії в сировині, %	Обсяг екстракції олії, кг/га	Країна-виробник
ріпак (канола)	40-45	590-660	Канада, Китай, Індія, Франція, Австрія, Великобританія, Німеччина, Польща, Данія, Чехія, Словаччина, США, Україна
кукурудза	3,1-5,7	240-435	США, Мексика, Канада, Японія, Китай, Бразилія, Південна Африка, Аргентина, Росія, Україна, Бельгія, Франція, Італія, Німеччина, Іспанія, Великобританія

Закінчення таблиці 1.4

арахіс	40-50	1255-1395	Китай, Індія, Нігерія, США, Сенегал, Південна Африка, Аргентина
бавовна	18-20	210-235	Китай, Росія, США, Індія, Пакистан, Бразилія, Єгипет, Турція, Австралія
сафлор	30-35	610-710	Китай, США, Іспанія, Португалія
соя	18-20	450-500	США, Бразилія, Аргентина, Китай, Індія, Парагвай, Болівія
соняшник	35-45	510-660	Росія, Україна, Аргентина, Австрія, Франція, Італія, Німеччина, Іспанія, США, Великобританія
кокосова пальма	65-68	730-975	Філіппіни, Індонезія, Індія, Мексика, Шрі Ланка, Таїланд, Малайзія, В'єтнам, Мозамбік, Нова Гвінея
оливки	15-35	100-290	Іспанія, Італія, Греція, Туніс, Турція, Марокко, Португалія, Сирія, Алжир, Кіпр, Єгипет, Ізраїль, Лівія, Йорданія, Ліван, Аргентина, Чилі, Мексика, Перу, США, Австралія
пальма	45-50	2990-5000	Малайзія, Індонезія, Китай, Філіппіни, Пакистан, Мексика, Бангладеш, Колумбія, Еквадор, Нігерія
пальмове ядро	44-53	300-500	Малайзія, Індонезія, Китай, Філіппіни, Пакистан, Мексика, Бангладеш, Колумбія, Еквадор, Нігерія

З таблиці 1.4 видно, що за обсягом екстракції олії пальмі немає рівних. Обсяг пальмової олії становить 3,0...4,5 т/га, крім того, з даної кількості плодів отримують додатково 0,3...0,5 т/га пальмоядрової олії. Крім того обсяг пальмової олії на 1 га – майже в 10 разів вищий, ніж соєвої. Більшість олійних культур є однорічними, збір врожаю носить сезонний характер; проте пальма родить багато років, даючи два врожаї на рік. Кокосовий горіх, також має високу олійність і обсяг вилученої олії, проте для його дозрівання необхідно 9...12 місяців, але його плоди досяжні в будь-яку пору року. Оливки дозрівають щорічно, але їх плоди є найбільш ніжними з усіх олійних культур. Для того щоб отримати якісну оливкову олію, її вилучення має проводитися якомога швидше. Оливки характеризуються найнижчим з усіх наведених культур обсягом екстрагованої олії, навіть з урахуванням того, що олійність їх плодів приблизно така ж, як насіння бавовни, і набагато вища, від зародків кукурудзи. Для виробництва 1л оливкової олії необхідно 1300...2000 штук оливок. Соя –

однорічна рослина з відносно низькою олійністю насіння, забезпечує значну частину виробництва олії у світі. Кукурудза – має найнижчий вміст олії, вирощується у великих кількостях на території США. Ріпак (канола), щорічний збір якого зростає через високу олійність його насіння. Насіння ріпаку посідає друге місце за олійністю та обсягом олії на 1 га з усіх однорічних рослин, наведених в табл. 1.4.

Слід зазначити, що ідеальних жирових систем не існує, наприклад хімічно чистих фракцій тригліцеринів, однорідних за складом. Обов'язковими супутниками жирів є продукти неповного синтезу та гідролізу ліпідів, компоненти, що утворилися в результаті технологічного впливу під час вилучення, а також жиророзчинні речовини. У природних жирах завжди присутні інші речовини, у тому числі антиоксиданти, пігменти, жиророзчинні вітаміни, фрагменти біологічних об'єктів, з яких вилучався жир, що може суттєво впливати на якісні показники та термін зберігання. Жирнокислотний склад жирів змінюється навіть у межах одного виду сировини, тому і перебіг процесів трансформації властивостей жирів, незважаючи на спільні закономірності, є кожного разу індивідуальним щодо кількісних значень. Велику роль відіграють також попередня обробка жировмісної сировини та спосіб вилучення жиру. Навіть за нетривалого зберігання жировмісної сировини відбуваються ферментативні, гідролітичні та окислювальні процеси.

Як правило, підвищеним попитом користуються олії, що виробляються з урахуванням останніх досягнень науки. Результати проведених на цей час робіт свідчать, що функціональні властивості олій, які використовуються в технологіях приготування кулінарної продукції, залежать, насамперед, від їх жирнокислотного складу.

Відомо [81], що олії не характеризуються стійкістю до окиснення, яка необхідна для забезпечення якості готової продукції. Гліцерини ненасичених жирних кислот, які є основним компонентом більшості олій, під впливом технологічних чинників піддаються хімічному розпаду і перекисному окисненню. Внаслідок цих процесів утворюється значна кількість продуктів

окиснення – коротколанцюгових альдегідів та кетонів і їх похідних, а також пероксидів та гідрпероксидів ненасичених жирних кислот, які погіршують якість готових виробів [82]. Тому олії, що використовуються у технологіях приготування кулінарної продукції, мають відрізнятися збалансованим ЖКС, підвищеною термостабільністю і стійкістю до процесів окиснення.

У зв'язку з цим застосування більшості олій обмежується виробництвом продукції, для якої не передбачено тривалий термін зберігання.

Існують два способи підвищення стійкості олій із збереженням їх функціональних особливостей [83, 86, 90]:

- гідрогенізація і фракціонування;
- використання технологій селекції рослин з метою отримання з них олій з низьким вмістом поліненасичених жирних кислот і високим вмістом мононенасичених.

У табл. 1.5 наведено характеристики деяких типів олій, стійких до окиснення, які випускаються промисловістю з використанням вище зазначених способів. Кожна з цих олій має високий вміст олеїнової кислоти і відносно низький вміст насичених жирних кислот, що забезпечує рідку консистенцію і високу стійкість до окиснення.

Склад та характеристика стійких до окиснення олій [22, 31-32]

Показник	Технологічно модифіковані олії		Селекційно модифіковані олії		
	Гідро-генізована, виморожена соєва олія	Гідро-генізована фракціонована з розчинником соєва та бавовняна олія	Сафлорова олія	Соняшникова олія	Рапсова олія
Жирнокислотний склад, %					
Лауринова C _{12:0}	-	1,0	-	-	-
Міристинова C _{14:0}	-	1,0	0,1	-	-
Пальмітинова C _{16:0}	9,0	9,0	3,6	4,0	3,6
Пальмітолеїнова C _{16:1}	-	-	-	-	0,3
С _{16:1}	3,8	5,0	5,2	4,0	4,7
Маргарінова C _{17:0}	63,0	78,0	81,5	80,0	85,7
Стеаринова C _{18:0}	22,0	5,0	7,3	9,0	2,1
Олеїнова C _{18:1}	1,0	Сліди	0,1	Сліди	0,1
Лінолева C _{18:2}	-	-	0,4	0,5	0,7
Ліноленова C _{18:3}	-	-	-	-	1,7
Арахінова C _{20:0}	-	-	0,3	1,0	0,3
Гадолеїнова C _{20:1}	-	-	-	-	0,2
Бегенова C _{22:0}					
Ерукова C _{22:1}					
Стійкість до окиснення*	3,5	0,6	1,7	1,9	1,2
Йодне число, г J ₂ /100 г	92	78	82	85	78

* 1 відповідає найбільшій стійкості до процесів окиснення, 10 - найгіршій

У табл. 1.5 наведено дані, що дозволяють порівняти характеристики олій, отриманих шляхом технологічної обробки та із генетично модифікованих джерел (ГМД), що характеризуються високою стійкістю до окиснення. З таблиці 1.5 видно, що селекційно модифіковані олії характеризуються найбільшим вмістом олеїнової кислоти (80,0...85,7 %) та найнижчим лінолевої кислоти (2,1...9 %). Всі подані в таблиці олії мають низький вміст насичених жирних кислот, за жирнокислотним складом вони дуже схожі з оливковою олією. Високий вміст олеїнової кислоти обумовлює високу в'язкість продукту.

Застосування технологічних методів модифікації забезпечує одержання олій з високою стійкістю до окиснення. У процесі гідрогенізації відбувається насичення подвійних зв'язків і перетворення ліноленової кислоти ($C_{18:3}$) в лінолеву ($C_{18:2}$), а з лінолевої в олеїнову. Оптимальним варіантом закінчення процесу гідрогенізації є припинення реакції після перетворення поліненасичених кислот в мононенасичені. Однак процес гідрогенізації не є настільки селективним, щоб забезпечити насичення лише конкретних подвійних зв'язків, тому в результаті гідрогенізації з поліненасичених жирних кислот в значній кількості утворюється також стеаринова кислота, яка має високу температуру плавлення. На основі утворення тугоплавкої стеаринової фракції можна отримати непрозорий і твердий за кімнатної температури жир, стійкий до окиснення. Для отримання потрібного зовнішнього вигляду олії з високою стійкістю до окиснення необхідно фізично вилучити тверді тугоплавкі фракції. Для розподілу твердих і рідких тригліцеринів використовують методи фракціонування, які засновані на різницях їх температур плавлення. Олеїнову фракцію, в якій міститься підвищена кількість олеїнової кислоти, використовують, як стійкі до окиснення олії. Сьогодні існують наступні методи фракціонування:

- виморожування як різновид сухого фракціонування;
- фракціонування за допомогою детергентів;
- фракціонування з розчинником.

Перевагою фракціонування олії є також висока концентрація в олеїновій або іншій рідкій фракції токоферолів – натуральних антиоксидантів рослинних олій, що підвищує стабільність до процесів окиснення.

Застосування селекційних методів одержання олій

Генна інженерія являє собою потужний інструмент для створення олій з необхідним жирнокислотним складом. Технологія генної інженерії є альтернативою методу гідрогенізації та фракціонування і має низку переваг, оскільки дозволяє отримати олію з низьким вмістом насичених жирних кислот,

високим вмістом мононасичених, а також незначною кількістю транс-ізомерів жирних кислот [84-85]. Олію з високою стійкістю до окиснення можна отримати цим методом практично з будь-яких видів насіння.

Оскільки 70 % олії в Україні виробляється із соняшника, то особливе значення надається саме цій культурі [85]. Олія соняшникова широко використовується в харчовій промисловості та в закладах ресторанного господарства [81-82]. Однак, ті види соняшnikової олії, що використовуються в більшості технологіях, як правило, дуже одноманітні за складом і їх якість не задовільняє специфічним вимогам окремих харчових виробництв. Харчові якості олії соняшnikової безпосередньо пов'язані з високим вмістом у ній лінолевої кислоти. Хоч лінолева кислота є для організму людини незамінною, її високий вміст знижує стійкість олії під час зберігання (окисну стабільність), що зумовлює підвищення її здатності до прогіркання. Добова потреба людини у лінолевій кислоті становить 4 г/кг [211-212]. Найбільш стійкі до окиснення ті олії, які поєднують підвищений вміст токоферолів із високим вмістом олеїнової кислоти. Найкращим для стійкості олії під час зберігання є співвідношення лінолевої і олеїнової кислоти не більше за 2:1. У цьому випадку стійкість до окиснення збільшується порівняно із соняшnikовою олією (контроль) у 3-4 рази [148-150].

Інноваційні підходи у виробництві жирів дають змогу отримати рослинні олії з оптимальним жирнокислотним складом та з заданими фізико-хімічними та функціонально-технологічними властивостями. На цей час шляхом індукції мутацій з корисним біохімічним ефектом вдалося створити гібриди соняшника з високим вмістом в оліях гліцеринів насичених (пальмітинової та стеаринової) і мононенасичених (пальмітолеїнової та олеїнової) кислот [22, 87-94]. Значний крок уперед у цьому напрямку було зроблено вітчизняними науковцями В.В. Кириченко, С.М. Тимчук та ін. і провідними фахівцями олійно-жирової промисловості, результатом чого є виробництво олії соняшnikової високоолеїнового типу. Відмінна характеристика ОСВТ полягає у зміненому жирнокислотному складі, що має високий вміст гліцеринів олеїнової кислоти

понад 89 %. Олеїнова, мононенасичена жирна кислота – очолює групу жирних кислот родини ω -9 (продукти перетворення олеїнової кислоти, подвійний зв'язок у 9 положенні). Мононенасичені жирні кислоти (МНЖК) впливають на обмін холестерину, забезпечують зменшення захворюваності людей на ішемічну хворобу серця та позитивно впливають на склад ліпопротеїнів у сироватці крові. Згідно з аналітичними дослідженнями, можна припустити, що олія соняшникова високоолеїнового типу характеризується високою стійкістю до процесів окиснення, як під час зберігання, так і під впливом термічної обробки [32]. У цьому напрямку було проведено деякі дослідження, проте, сьогодні відсутня детальна характеристика властивостей олії соняшкової високоолеїнового типу як невід'ємної складової технологічного потоку.

Тому вважаємо за доцільне детальне вивчення фізико-хімічних показників та функціонально-технологічних властивостей жирів з метою їх використання в технології кулінарної продукції. Виконання поставлених завдань дозволить підвищити ефективність виробництва кулінарної продукції і поліпшити її якість, а також, більш раціонально і цілеспрямовано використовувати харчові ресурси, зменшити втрати сировини на всіх етапах технологічного циклу.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ОЛІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ВИСОКООЛЕЇНОВОГО ТИПУ

2.1 Технологічні показники олії соняшnikової високоолеїнового типу та їх зміна під впливом технологічних чинників

2.1.1 Дослідження основних фізико-хімічних показників олії соняшnikової високоолеїнового типу та їх зміна під час зберігання

Сьогоднішні олію для використання в технологічному процесі виготовлення продукції із заварного тіста як рецептурного компоненту обирають із заданими фізико-хімічними та технологічними властивостями [133]. Оскільки концептуально нами проголошено, що для технології приготування кулінарної продукції, зокрема виробів із заварного тіста, планується використання ОСВТ як альтернативної заміни вершкового масла, однією з головних завдань, що дає можливість науково обґрунтувати параметри технології використання олії, є оцінка її властивостей.

Зважаючи на те, що об'єктом дослідження є ОСВТ, досліджено її технологічні та фізико-хімічні показники, проведено порівняльну характеристику з оліями, схожими з нею за властивостями оливковою олією та соняшnikовою рафінованою дезодорованою (ОСРД) як контроль.

Результати дослідження фізико-хімічних показників наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Порівняльна характеристика складу та фізико-хімічних показників олій

Фізико-хімічний показник	Олія		
	ОСВТ	ОСРД (контроль)	Оливкова олія [32]
Густина ρ , кг/м, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	915...920	915...918	916...918
В'язкість η , Па·с, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	0,0180 \pm 0,0009	0,0175 \pm 0,0009	0,0180 \pm 0,0009
Температура застигання t , $^\circ\text{C}$	0...-6	-16...-19	0...-6
Показник заломлення, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	1,466...1,468	1,474...1,475	1,466...1,471
Йодне число, ЙЧ, % I_2	105 \pm 5	119 \pm 6	89,9 \pm 5
Кислотне число, КЧ, мг КОН/г	0,112 \pm 0,003	0,330 \pm 0,009	0,198 \pm 0,006
Пероксидне число, ПЧ, ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг	0,83 \pm 0,02	2,00 \pm 0,06	0,98 \pm 0,03
Число омилення, ЧО, мг КОН	184...194	186...194	185...200
Тіобарбітурове число, Тб.Ч, мг МА/1000 г, за довжини хвилі $\lambda = 535 \pm 10$ нм,	0,0100 \pm 0,0003	0,0200 \pm 0,0006	0,0100 \pm 0,0003
Коефіцієнт екстинції, $\frac{1\%}{\text{Е1см}}$	3,00 \pm 0,09	3,60 \pm 0,10	4,20 \pm 0,12
Уміст насичених жирних кислот, %	7,95 \pm 0,24	10,51 \pm 0,52	12,0 \pm 0,6
Уміст мононенасичених жирних кислот, %	89,5 \pm 2,7	25,58 \pm 1,28	80,0 \pm 4,0
Уміст поліненасичених жирних кислот, %	2,30 \pm 0,07	63,91 \pm 3,19	8,0 \pm 0,4
Загальний уміст токоферолів, мг %	52,5 \pm 2,6	61,1 \pm 3,0	21,8 \pm 1,1

З табл. 2.1 видно, що ОСВТ дуже схожа з оливковою олією за своїми властивостями ($\rho = 915 \dots 920 \text{ г/см}^3$; $\eta = 0,0180 \pm 0,0009 \text{ Па с}$; $t_{\text{застигання}} = 0 \dots -6^\circ\text{C}$; показником заломлення 1,466...1,468; Тб.Ч = 0,0100 \pm 0,0003 мг МА/1000 г; ПЧ = 0,83 \pm 0,02 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг; ЧО = 184...194 мг КОН; КЧ = 0,112 \pm 0,003 мг КОН/г; ЙЧ = 105 \pm 5% I_2 ; $\frac{1\%}{\text{Е1см}} = 3,00 \pm 0,09$) та жирнокислотним складом, що підтверджують дані табл. 2.2.

Жирнокислотний склад олій

Олія	Вміст жирних кислот, %							
	пальмітинова C16:0	пальмітолеїнова C16:1	стеаринова C18:0	олеїнова C18:1	лінолева C18:2	ліноленова C18:3	ейкозенова C20:0	бегенова C22:0
ОСРД	6,83± 0,34	0,140± 0,005	3,68± 0,18	25,44± 1,27	62,61± 3,13	0,190± 0,005	0,150± 0,005	0,70± 0,02
Оливкова олія [32]	11,53 ±0,57	0,76± 0,02	2,63± 0,13	70,77± 3,53	9,98± 0,50	0,76± 0,02	>0,01	0,160± 0,005
ОСВТ	3,93± 0,11	0,180± 0,005	2,82± 0,08	89,3± 2,7	2,00± 0,06	0,30± 0,009	0,50± 0,01	0,70± 0,02

Результати дослідження жирнокислотного складу експериментальних зразків олій встановили, що його подано 10 жирними кислотами, в тому числі пальмітиною (C16:0), пальмітолеїною (C16:1), стеариною (C18:0), олеїною (C18:1), лінолевою (C18:2), ліноленною (C18:3), арахіною (C20:0), пальмітлінолевою кислотою (C16:2), бегеновою (C22:0) кислотами та іншими, сумарний вміст яких не перевищує 2% і не має вирішального значення для забезпечення якості олії. Ідентифікаційні показники олій за жирнокислотним складом відрізняються дуже низьким вмістом ліноленової, бегенової та пальмітолеїнової кислот, загальна кількість яких не перевищує 0,7%.

Експериментальні зразки олій відрізнялися, головним чином, вмістом пальмітиною (C16:0), стеариною (C18:0), олеїною (C18:1) та лінолевою (C18:2). При цьому ОСВТ містить на 7,6%, а ОСРД (контроль) на 4,7 % менше пальмітату від оливкової олії. Вміст тригліцеринів стеариною кислоти найвищий у ОСРД (контроль) 3,6%, що на 1,2% перевищує цей показник у оливковій олії і на 0,9% в ОСВТ. Слід відзначити, що найвищим (89,3%) вмістом олеїнової кислоти характеризується ОСВТ, порівняно із ОСРД (контроль) на 63,8% та оливковою на 18,5%. ОСРД (контроль) відрізняється порівняно більшим вмістом поліненасиченої лінолевої кислоти – на 60,6% від ОСВТ та на 56,6% від оливкової олії.

Згідно з експериментальними дослідженнями, ОСВТ має співвідношення лінолевої і олеїнової кислоти – 0,14:1. Проведені аналітичні дослідження свідчать про те, що ОСВТ та оливкова олія дуже подібні за жирнокислотним складом, та мають високу харчову та фізіологічну цінність.

У ході виконання аналітичних робіт встановлено, що характерною особливістю нової концепції виробництва кулінарної продукції є широке використання оливкової олії, що містить близько 84% мононенасиченої олеїнової кислоти. Але, використання цього виду сировини як в харчуванні населення, так і для виробництва кулінарної продукції ускладнюється тим фактом, що оливки не є вітчизняною сировиною. Інноваційні підходи у виробництві жирів дають змогу отримати олії з оптимальним жирнокислотним складом та з заданими фізико-хімічними властивостями з використанням різних методів та технологій. Прогнозовано ОСВТ характеризується високою стійкістю до процесів окиснення, як під час зберігання так і під впливом термічної обробки. Тому наші наукові інтереси були зосереджені на дослідженні ОСВТ та порівнянні її з ОСРД.

Відомо [40-49], що з усіх складових частин їжі жири є найбільш вразливими щодо дії різних чинників, які викликають зміни їхніх властивостей та зумовлюють зміну якості готової продукції. Зважаючи на те, що до складу олій входить велика група ненасичених хімічних сполук, що роблять їх реакційноспроможними, досліджено зміни основних, фізико-хімічних показників та жирнокислотного складу олій під час зберігання за температури $20\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Для об'єктивної оцінки перетворень, що відбуваються в оліях під час зберігання, було досліджено такі фізико-хімічні показники: КЧ, ПЧ, ЙЧ, динамічну в'язкість та показник заломлення.

На рисунках 2.1...2.5 подано залежність вищевказаних показників від тривалості зберігання олій. Сукупність отриманих даних дозволяє охарактеризувати швидкість та ступінь процесів гідролізу й окиснення.

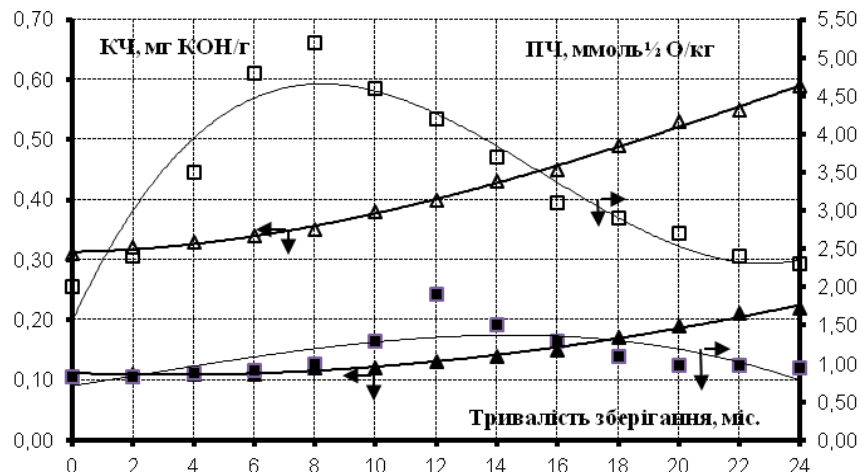


Рис. 2.1. Залежність КЧ (Δ , \blacktriangle) та ПЧ (\square , \blacksquare) олії від тривалості зберігання за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Аналіз одержаних даних рис. 2.1. дозволяє констатувати, що процес гідролізу зразків олій є незворотним – КЧ обох зразків протягом усього терміну зберігання поступово зростає. У контрольному зразку (ОСРД) процес гідролізу спостерігається від початку зберігання, ступінь накопичення продуктів гідролізу в ньому є вищим, ніж у ОСВТ, у 3 рази за 24 місяці зберігання.

З літературних джерел відомо, що в основі процесів окиснення жирів лежить їх взаємодія з киснем. Субстратами цієї реакції в загальному вигляді є ненасичені жирні кислоти. Дослідження ПЧ зразків олії під час зберігання свідчить, що характер зміни ПЧ нестабільний. Результати проведених досліджень ПЧ зразків олій під час зберігання свідчать, що в ОСРД (контроль) пік накопичення гідропероксидів (первинних продуктів окиснення) спостерігається з 6 по 10 місяць зберігання і сягає $5 \text{ ммоль } \frac{1}{2} \text{ O/кг}$, в той час як у ОСВТ підвищення ПЧ спостерігається лише з 10-го місяця і становить $1,98 \text{ ммоль } \frac{1}{2} \text{ O/кг}$. ПЧ обох зразків олій після досягнення максимуму інтенсивно знижується, що говорить про утворення летких сполук, оскільки відомо, що гідропероксиди ліпідів можуть конденсуватися з утворенням димерів та полімерів, які, у свою чергу, можуть руйнуватися з утворенням летких продуктів окиснення. Розкладання гідропероксидів – складний процес з

утворенням значної кількості сполук, які викликають появу небажаного запаху. Розкладання відбувається шляхом гомолітичного розриву R-OH з утворенням алкоксирадикала RO. Ці радикали зазнають розриву зв'язків C-C з утворенням продуктів розщеплення, в тому числі альдегідів, кетонів, спиртів, вуглеводів, ефірів, фуранів, лактонів. Гідропероксиди, взаємодіючи з киснем, утворюють такі вторинні продукти, як епоксигідропероксиди, циклічні гідропероксиди та біциклічні ендпероксиди. Вторинні продукти, в свою чергу, здатні розщеплюватися з утворенням летких продуктів. Процес розкладання гідропероксидів на відміну від реакцій термічного розкладу є бімолекулярною реакцією.

Відомо, що показник заломлення дорівнює відношенню синуса кута падіння променя до синуса кута заломлення. Показник заломлення характеризує не тільки чистоту жирів, але і ступінь їх окиснення. З рисунку 2.2. видно, що показник заломлення зростає в ОСРД (контроль) та ОСВТ з 10-го та 16-го місяця зберігання відповідно. Характер зміни показника заломлення показує накопичення оксигруп, збільшення молекулярної маси та кількості ненасичених жирних кислот у жирно-кислотних радикалах триацилгліцеринів.

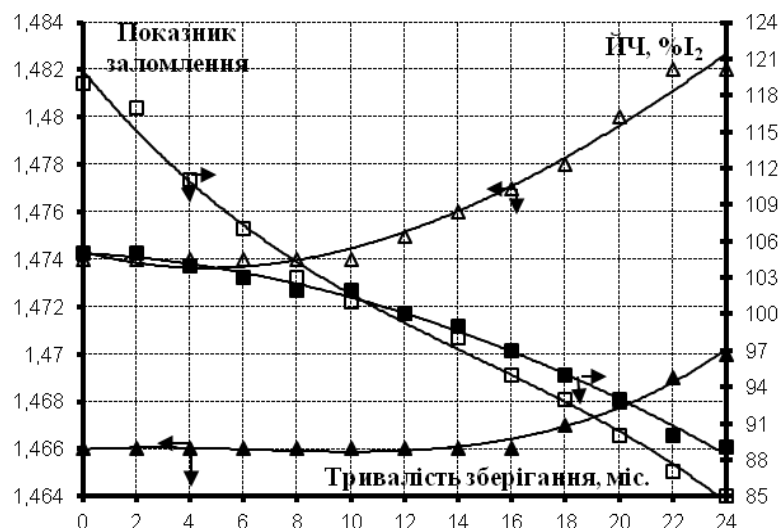


Рис. 2.2. Залежність показника заломлення (Δ, ▲) та ЙЧ (□, ■) олії від тривалості зберігання за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Установлено, що під час зберігання олій руйнуються гліцериди, до складу яких входять ненасичені жирні кислоти, що підтверджують дані досліджень йодного числа та показника заломлення (рис. 2.2). Йодне число обох зразків олій знижується протягом усього терміну зберігання. Виявлено, що зниження ступеня ненасиченості в ОСРД (контроль) відбувається стрімкіше за ОСВТ.

Характерною особливістю окиснення гліцеринів є супутня йому ізомеризація ненасичених жирних кислот, які входять до складу олій. Ненасичені жирні кислоти, являють собою в переважній більшості цис-ізомери, поліненасичені кислоти, в тому числі незамінні – ліолева, ліноленова та арахідонова мають ізольовані системи подвійних зв'язків. Уже на початковій стадії окиснення жиру, під час утворення первинного вільного радикалу в α – положенні до подвійного зв'язку, можливе утворення транс-ізомеру і перетворення із ізольованої системи подвійних зв'язків в спряжену. Відомо, що сполуки із спряженими подвійними зв'язками окиснюються полімеризуються і конденсуються легше, ніж сполуки з ізольованими подвійними зв'язками. Тому утворення в жирі спряжених систем є причиною прискорення окиснення і полімеризації [48-49].

На рис. 2.3. наведене дослідження в'язкості олій під час зберігання показало, що в'язкість ОСРД (контроль) зростає з перших місяців зберігання і досягає максимуму $0,027 \pm 0,001$ Па·с, що через 24 місяці в 1,3 рази перевищує цей показник в ОСВТ – $0,020 \pm 0,001$ Па·с. Порівняно з контролем крива динамічної в'язкості ОСВТ має стабільний характер протягом 16 місяців зберігання.

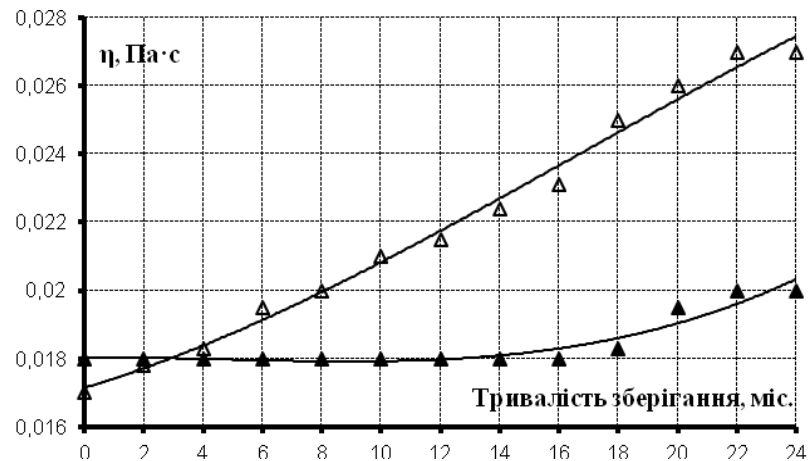


Рис. 2.3. Залежність в'язкості (Δ, ▲) олії від тривалості зберігання за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Оскільки відомо, що в'язкість олій залежить від вмісту в них насичених жирних кислот, спряжених зв'язків і транс-ізомерів, одержані результати дозволяють припустити, що підвищення в'язкості ОСРД (контроль) пов'язано із зміною просторової структури вільних жирних кислот.

Динаміка ТбЧ (рис. 2.4) олій указує на збільшення вмісту вторинних продуктів окиснення з 6-го місяця зберігання в ОСРД (контроль) у 3 рази та з 12-го місяця в ОСВТ у 2 рази порівняно з початковим рівнем.

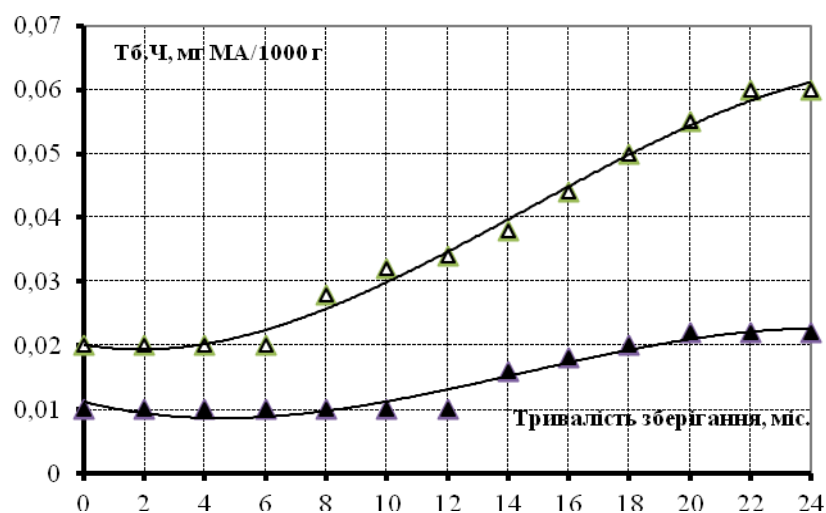


Рис. 2.4. Залежність ТбЧ (Δ, ▲) олій від тривалості зберігання за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Зростання коефіцієнту екстинції (рис. 2.5), говорить про те, що протягом усього терміну зберігання в обох зразках олій ізольовані системи подвійних зв'язків ізомеризуються в спряжені. Так, коефіцієнт екстинції ОСРД (контроль) зріс від початкової позначки у 5 разів, а ОСВТ у 3 рази.

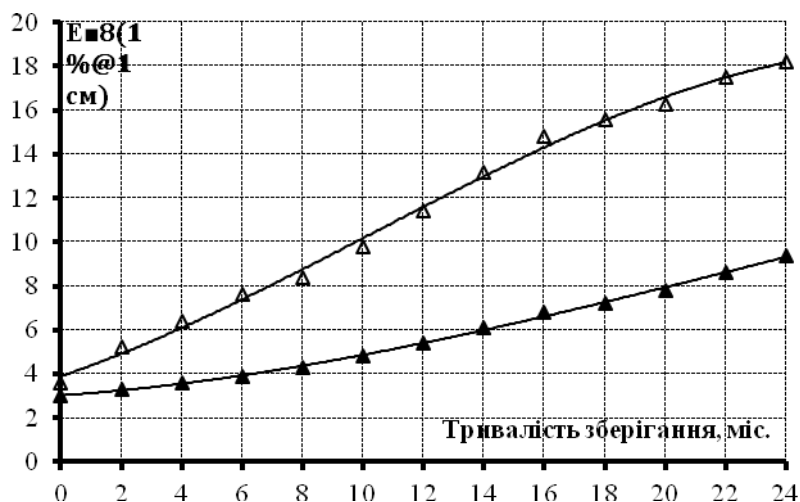


Рис. 2.5. Залежність коефіцієнту екстинції ($E_{1\text{см}}^{1\%}$) (Δ, ▲) олії від тривалості зберігання за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Зміни загального вмісту токоферолів в оліях під час зберігання наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Загальний вміст токоферолів в оліях під час зберігання

$t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$, мг%

Олія	Тривалість зберігання, місяць							
	0	3	6	9	12	18	21	24
ОСРД (контроль)	61,1±3,0	55,3±2,8	52,8±2,6	48,4±2,4	46,2±2,3	44,2±2,2	42,6±2,1	40,5±2,0
ОСВТ	52,5±2,6	51,8±2,6	50,4±2,5	49,5±2,5	48,8±2,4	48,0±2,4	47,3±2,4	46,6±2,3

Як видно з таблиці 2.3. загальний вміст токоферолів в оліях під час зберігання знижується в обох зразках, а саме – у 1,5 рази в ОСРД (контроль) та

1,1 рази в ОСВТ, що свідчить про зменшення їх антиоксидантного потенціалу під час зберігання.

Зміни жирнокислотного складу ОСВТ та ОСРД (контролю) під час зберігання наведено в табл. 2.4 – 2.5.

Динаміка жирнокислотного складу олій (табл. 2.4., 2.5) свідчить, що під час зберігання в ОСВТ та ОСРД (контроль) вміст насичених жирних кислот підвищується від 7,9% до 8,7% та від 11,4% до 12,5% відповідно, а кількість поліненасичених жирних кислот знижується від 2,3% до 1,9% та від 62,8% до 56,5% відповідно, що корелюється з даними досліджень вищенаведених фізико-хімічних показників. Динаміка вмісту мононенасичених жирних кислот різниться так: в ОСВТ їх вміст знижується до 89,5...86,2%, а в ОСРД (контроль) зростає до 25,6...28,1% протягом 24 місяців.

Таблиця 2.4

**Зміна жирнокислотного складу ОСВТ під час зберігання
t = 20±2°C, %**

Жирні кислоти	Тривалість зберігання, місяць							
	0	3	6	9	12	18	21	24
Пальмітинова C16:0	3,93 ±0,11	3,95 ±0,11	3,97 ±0,11	3,99 ±0,12	4,0 ±0,12	4,1 ±0,12	4,13 ±0,12	4,18 ±0,13
Стеаринова C18:0	2,82 ±0,08	2,82 ±0,08	2,83 ±0,08	2,84 ±0,08	2,85 ±0,08	2,86 ±0,08	2,88 ±0,08	3,1 ±0,09
Ейкозенова C20:0	0,50 ±0,01	0,50 ±0,01	0,51 ±0,01	0,52 ±0,01	0,53 ±0,02	0,54 ±0,02	0,55 ±0,02	0,56 ±0,02
Бегенова C22:0	0,70 ±0,02	0,70 ±0,02	0,70 ±0,02	0,71 ±0,02	0,71 ±0,02	0,72 ±0,02	0,73 ±0,02	0,74 ±0,02
Усього насичених жирних кислот	7,95 ±0,24	7,97 ±0,24	8,01 ±0,24	8,06 ±0,24	8,09 ±0,24	8,22 ±0,24	8,29 ±0,25	8,58 ±0,26
Олеїнова C18:1	89,29 ±2,70	89,10 ±2,70	88,80 ±2,70	88,20 ±2,70	87,70 ±2,60	87,10 ±2,60	86,60 ±2,60	86,10 ±2,60
Пальмітолеїнова C16:1	0,180 ±0,005	0,170 ±0,005	0,160 ±0,005	0,150 ±0,005	0,140 ±0,005	0,130 ±0,004	0,120 ±0,004	0,110 ±0,004
Усього мононенасичених жирних кислот	89,50 ±2,70	89,30 ±2,70	89,0 ±2,70	88,30 ±2,70	87,80 ±2,60	87,20 ±2,60	86,70 ±2,60	86,29 ±2,60

Закінчення таблиці 2.4

Лінолева C18:2	2,00 ±0,06	2,00 ±0,06	1,98 ±0,06	1,95 ±0,06	1,90 ±0,06	1,8 ±0,05	1,7 ±0,05	1,6 ±0,04
Ліноленова C18:3	0,30 ±0,009	0,30 ±0,009	0,30 ±0,009	0,30 ±0,009	0,30 ±0,009	0,29 ±0,009	0,28 ±0,008	0,27 ±0,008
Усього поліненасиче- них жирних кислот	2,30 ±0,07	2,30 ±0,07	2,28 ±0,07	2,25 ±0,07	2,20 ±0,07	2,09±0,0 6	1,98 ±0,06	1,87 ±0,06

Таблиця 2.5

**Зміна жирнокислотного складу ОСРД (контроль) під час зберігання
t = 20±2°C, %**

Жирні кислоти	Тривалість зберігання, місяць							
	0	3	6	9	12	18	21	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пальмітинова C16:0	6,83 ±0,20	6,84 ±0,20	6,85 ±0,20	6,86 ±0,20	6,87 ±0,20	6,88 ±0,20	7,00 ±0,21	7,51 ±0,22
Стеаринова C18:0	3,68 ±0,11	3,7 ±0,11	3,72 ±0,11	3,76 ±0,11	3,83 ±0,11	3,89 ±0,11	3,96 ±0,12	4,0 ±0,12
Ейкозенова C20:0	0,15 ±0,005	0,15 ±0,005	0,16 ±0,005	0,16 ±0,005	0,17 ±0,005	0,18 ±0,005	0,19 ±0,005	0,19 ±0,005
Бегенова C22:0	0,70 ±0,02	0,70 ±0,02	0,71 ±0,02	0,72 ±0,02	0,73 ±0,02	0,75 ±0,02	0,77 ±0,02	0,79 ±0,02
Усього насичених жирних кислот	11,36 ±0,34	11,39 ±0,34	11,44 ±0,34	11,5 ±0,34	11,6 ±0,35	11,7 ±0,35	11,92 ±0,36	12,49 ±0,37
Олеїнова C18:1	25,44 ±0,76	25,5 ±0,76	25,68 ±0,77	25,7 ±0,77	25,87 ±0,77	25,93 ±0,77	26,38 ±0,79	28,00 ±0,84
Пальмітолеїнова C16:1	0,140 ±0,004	0,140 ±0,004	0,140 ±0,004	0,130 ±0,004	0,120 ±0,004	0,110 ±0,004	0,100 ±0,003	0,090 ±0,003
Усього мононенасиче- них жирних кислот	25,58 ±0,77	25,54 ±0,77	25,82 ±0,77	25,83 ±0,77	25,99 ±0,78	26,04 ±0,78	26,48 ±0,79	28,09 ±0,84
Лінолева C18:2	62,61 ±1,88	62,04 ±1,86	61,61 ±1,84	60,58 ±1,82	59,24 ±1,78	58,10 ±1,74	57,41 ±1,72	56,35 ±1,69
Ліноленова C18:3	0,19 ±0,005	0,17 ±0,005	0,16 ±0,005	0,15 ±0,005	0,14 ±0,005	0,13 ±0,004	0,12 ±0,004	0,12 ±0,004
Усього полінасиче- них жирних кислот	62,80 ±1,88	62,21 ±1,86	61,77 ±1,85	60,73 ±1,82	59,38 ±1,78	58,23 ±1,75	57,53 ±1,72	56,47 ±1,69

Підсумовуючи проведені дослідження змін властивостей олій під час зберігання, можна стверджувати, що ОСВТ стійкіша до процесів окиснення, порівняно з контролем (ОСРД). Ґрунтуючись на одержаних результатах експериментальних досліджень є доцільним використання у складі продукції із заварного тіста ОСВТ, що дозволить створити продукцію з необхідними функціонально-технологічними показниками та забезпечити високі показники якості.

2.1.2 Визначення впливу параметрів термічної обробки на фізико-хімічні показники олії соняшникової високоолеїнового типу

Аналіз літературних джерел [150-156] показує, що велика кількість різноманітних впливів на жири призводить до трансформації їхніх властивостей, що змінює характеристики і, як правило, погіршує харчову цінність, а також технічні та технологічні властивості жирів.

Внаслідок використання жирової сировини з індивідуальним хімічним складом та використання різних способів технологічного впливу на жири [22-26, 88-94, 150-162], у тому числі ОСВТ, абсолютні значення її фізико-хімічних показників знаходяться в широких межах та без експериментального визначення не можуть бути використані для оцінки змін властивостей олії протягом технологічного процесу.

Досліджено вплив різного діапазону температур на фізико-хімічні властивості олій, результати змін наведено на рис. 2.6...2.10.

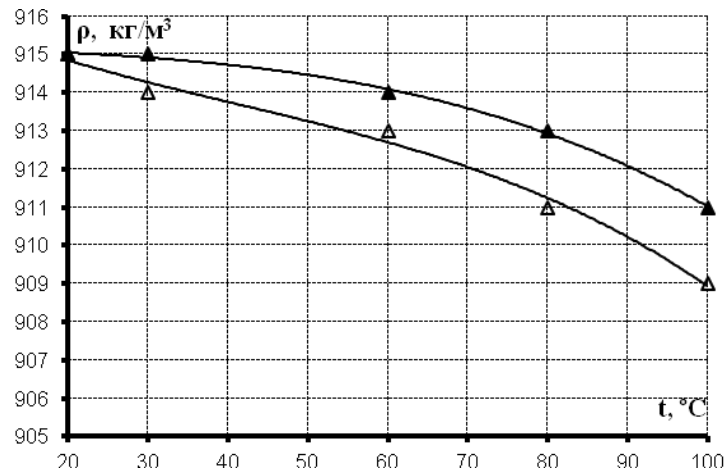


Рис. 2.6. Залежність густини (Δ , \blacktriangle) олії від температури: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

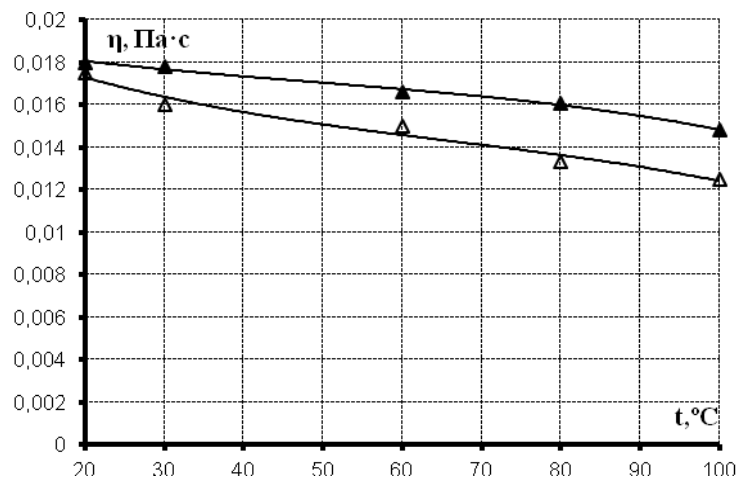


Рис. 2.7. Залежність в'язкості (Δ , \blacktriangle) олії від температури: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

З даних, що наведено на рис. 2.6 та 2.7 видно, що з підвищенням температури показники густини та в'язкості в обох досліджуваних зразках поступово знижуються, що пов'язано з фізико-хімічними властивостями олій. Значення густини олії соняшникової високоолеїнового типу змінюються в межах від 915 до 909 kg/m^3 , а в ОСРД (контроль) від 915 до 911 kg/m^3 . Показники в'язкості також знижуються від 0,018 до 0,014 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ – в ОСВТ і від 0,018 до 0,0125 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ – в ОСРД (контроль).

Паралельно з визначенням густини та в'язкості досліджували показник заломлення досліджуваних зразків олій (рис. 2.8).

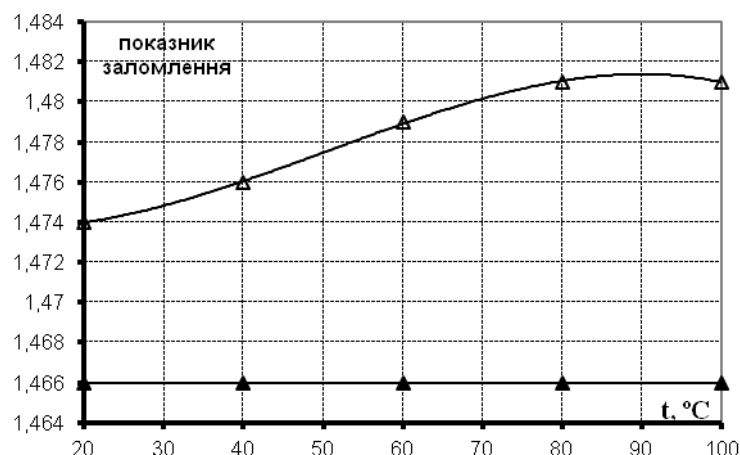


Рис. 2.8. Залежність показника заломлення (Δ , \blacktriangle) олії від температури: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Установлено (рис. 2.8), що показник заломлення в ОСВТ не змінюється під впливом температури і становить 1,466, а в ОСРД (контроль) – збільшується в межах 1,474...1,476, що, імовірно, свідчить про накопичення в ОСРД (контроль) речовин із новими функціональними групами. З метою підтвердження даної гіпотези необхідно провести низку додаткових досліджень.

З метою об'єктивної оцінки змін, що мають місце в оліях за підвищення температури, було досліджено динаміку КЧ та ПЧ. Дослідженнями динаміки КЧ та ПЧ (рис. 2.9) у зразках обох олій за умови підвищення температури встановлено, що паралельно відбуваються процеси гідролізу та окиснення з різною інтенсивністю. КЧ та ПЧ ОСРД (контроль) зростають за умов підвищення температури від 20 °C до 100 °C і перевищують ці дані показники в ОСВТ у 3,0 та 2,5 рази відповідно. Одержані дані свідчать про розпад тригліцеринів та накопичення вільних жирних кислот і гідропероксидів, кількість яких залежить від ЖКС обох зразків.

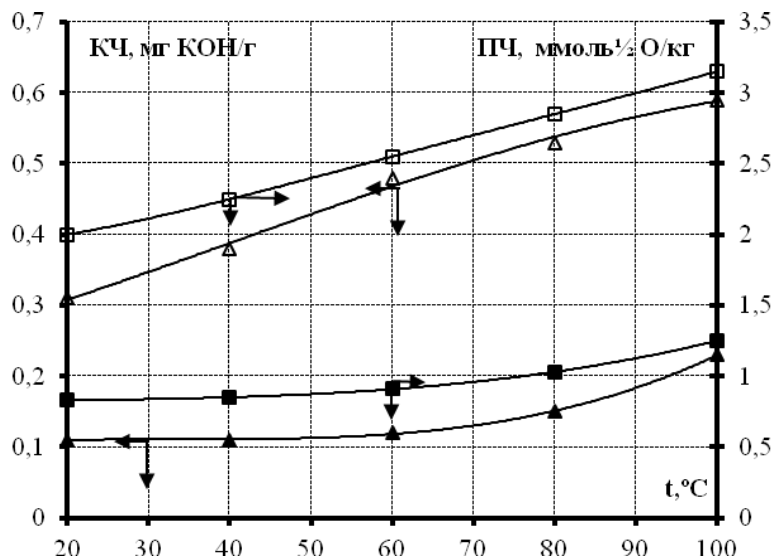


Рис. 2.9. Залежність КЧ (Δ , \blacktriangle) та ПЧ (\square , \blacksquare) олії від температури: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Відомо, що підвищення кількості первинних продуктів гідролізу та окиснення призводить до зниження частки гліцеридів, до складу яких входять ненасичені жирні кислоти. Згідно з рис. 2.10 початкові значення ЙЧ становлять для ОСВТ 105% I_2 , ОСРД (контроль) – 119% I_2 , а з підвищенням температури ЙЧ зменшується до 102% I_2 та 106% I_2 відповідно. Зниження ЙЧ свідчить не лише про зниження ступеня ненасиченості, але й про ізомеризацію.

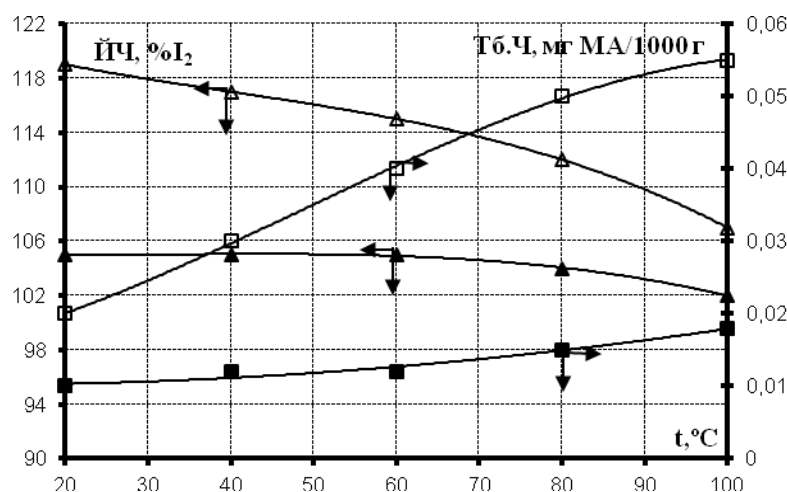


Рис. 2.10. Залежність ЙЧ (Δ , \blacktriangle) та Тб.Ч (\square , \blacksquare) олії від температури: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Для визначення вмісту альдегідів у зразках олії під час термообробки досліджено динаміку Тб.Ч (рис. 2.10). Установлено, що показник Тб.Ч корелює з попередньо отриманими значеннями КЧ та ЙЧ олій. Так, Тб.Ч ОСВТ не змінюється в діапазоні температур 20...60°C, що свідчить про відсутність накопичення вторинних продуктів окиснення, у той час як для ОСРД (контроль) спостерігається зростання Тб.Ч у межах 0,02...0,055 мг МА/1000 г.

Коефіцієнт екстинції (рис. 2.11) в зразках олій за максимальної температури зростає у 1,5 рази в ОСВТ та у 2,3 рази в ОСРД, що свідчить про утворення 0,3 % та 0,6 % відповідно продуктів окиснення.

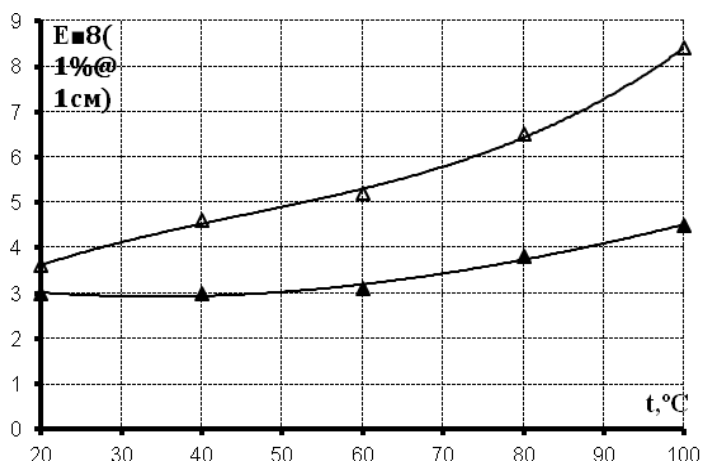


Рис. 2.11. Залежність коефіцієнт екстинції ($E_{1\%}^{1cm}$) (Δ , \blacktriangle) олії від температури: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Загальний вміст токоферолів в оліях залежно від температури наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Загальний вміст токоферолів в оліях залежно від температури, мг%

Олії	Температура, °C				
	20	40	60	80	100
ОСРД (контроль)	61,1±1,8 3	60,9±1,83	59,6±1,79	58,3±1,75	56,4±1,69
ОСВТ	52,5±1,6	52,2±1,5	51,8±1,5	50,3±1,5	49,8±1,5

Експериментально встановлено (табл. 2.6) зниження загального вмісту токоферолів у зразках олії з підвищенням температури, а саме на 7,7% в ОСРД та на 5,1% в ОСВТ, що підтверджує більш інтенсивне окиснення ОСРД порівняно з ОСВТ. Отримані дані вказують на антиоксидантні властивості токоферолів. Оскільки в ОСРД процеси окиснення відбуваються інтенсивніше за ОСВТ, тому вміст токоферолів в ній знижується швидше.

Динаміка зміни жирнокислотного складу ОСВТ та ОСРД (контролю) від температури наведено в табл. 2.7. – 2.8.

Таблиця 2.7

Зміна жирнокислотного складу ОСВТ залежно від температури, %

Жирні кислоти	Температура, °С				
	20	40	60	80	100
Пальмітинова С16:0	3,93±0,11	3,98±0,11	4,12±0,12	4,15±0,12	4,18±0,13
Стеаринова С18:0	2,82±0,08	2,82±0,08	2,93±0,08	3,13±0,09	3,16±0,09
Ейкозенова С20:0	0,50±0,01	0,50±0,01	0,51±0,01	0,53±0,01	0,54±0,01
Бегенова С22:0	0,70±0,02	0,70±0,02	0,71±0,02	0,73±0,02	0,74±0,02
Усього насичених жирних кислот	7,95 ±0,24	7,97±0,24	8,27 ±0,25	8,54 ±0,26	8,62 ±0,26
Олеїнова С18:1	89,29 ±2,70	88,10 ±2,70	87,25 ±2,60	86,17±2,60	85,30±2,50
Пальмітолеїнова С16:1	0,180 ±0,005	0,170 ±0,005	0,150 ±0,004	0,130 ±0,004	0,090 ±0,003
Усього мононенасичених жирних кислот	89,5±2,7	89,3±2,7	87,4 ±2,6	86,3 ±2,6	85,39 ±2,6
Лінолева С18:2	2,00 ±0,06	1,93 ±0,06	1,85±0,05	1,81±0,05	1,75±0,05
Ліноленова С18:3	0,30 ±0,009	0,30 ±0,009	0,30±0,009	0,30±0,009	0,28±0,008

Усього поліненасичених жирних кислот	2,30 ±0,07	2,30 ±0,07	2,15 ± 0,06	2,11 ± 0,06	2,03 ± 0,06
---	------------	------------	-------------	-------------	-------------

Таблиця 2.8

Зміна жирнокислотного складу ОСРД (контроль) залежно від температури, %

Жирні кислоти	Температура, °C				
	20	40	60	80	100
1	2	3	4	5	6
Пальмітинова C16:0	6,83±0,20	7,00±0,20	7,16±0,21	7,27±0,22	7,52±0,22
Стеаринова C18:0	3,68±0,11	3,75±0,11	3,84 ±0,11	3,98 ±0,12	4,1±0,12
Ейкозенова C20:0	0,15±0,005	0,16±0,005	0,17±0,005	0,18±0,005	0,19±0,005
Бегенова C22:0	0,70±0,02	0,73±0,02	0,75±0,02	0,77±0,02	0,81±0,02
Усього насичених жирних кислот	11,36 ±0,34	11,64 ±0,35	11,92 ±0,36	12,2 ±0,36	12,62±0,38
Олеїнова C18:1	25,44±0,76	26,5±0,76	27,61±0,79	28,76±0,86	29,02±0,87
Пальмітолеїнова C16:1	0,140 ±0,004	0,140 ±0,004	0,130 ±0,004	0,120 ±0,004	0,090 ±0,003
Усього мононенасичених жирних кислот	25,58 ±0,77	26,64 ±0,80	27,74 ±0,83	28,88 ±0,86	29,11 ±0,87
Лінолева C18:2	62,61 ±1,88	61,04 ±1,83	59,44±1,78	58,12±1,74	56,55 ±1,69
Ліноленова C18:3	0,19 ±0,005	0,17 ±0,005	0,17±0,005	0,16±0,005	0,11 ±0,004
Усього поліненасичених жирних кислот	62,80 ±1,88	61,21 ±1,86	59,61±1,78	58,28 ± 1,75	56,66 ±1,69

З аналізу експериментальних даних табл. 2.7 – 2.8, встановлено, що підвищення температури призводить до протікання декількох процесів водночас (окиснення, ізомеризації) інтенсивність яких залежить від температури та від ЖКС досліджуваних зразків. Доведено, що в ОСВТ збільшується кількість НЖК в межах 8,7 % та знижується вміст МНЖК та ПНЖК на 11,7 % та 2,6 %, а в ОСРД (контроль) збільшується НЖК та МНЖК на 11 і 14 % , а ПНЖК знижуються на 9,7 %, оскільки подвійний зв'язок в

ліноленовій кислоті є більш доступним для кисню в положенні 1 (3) як в ОСРД, ніж у положенні 2 – у молекулі тригліцериду як в ОСВТ. Одержані дані можна пояснити тим, що лінолева та інші поліненасичені жирні кислоти починають окиснення в температурному інтервалі >60 °С, а мононенасичені, зокрема олеїнова кислота <60 °С. З метою підтвердження даної гіпотези надалі проведено дослідження жирнокислотного складу олій за тривалої термічної обробки.

2.1.3 Дослідження стійкості олії соняшникової високоолеїнового типу до процесів окиснення за тривалої термообробки

Відомо [56-59], що будь-який високотемпературний вплив призводить до змін складу і властивостей олій. Високотемпературний вплив має місце в процесах гідрогенізації, дезодорації та кулінарної обробки. Оскільки нами заплановано використовувати ОСВТ у двох напрямках – як рецептурного компоненту продукції із заварного тіста та як середовища для смаження у фритюрі, вважали за доцільне дослідження властивостей ОСВТ під впливом тривалої термічної обробки. Високотемпературна кулінарна обробка харчових продуктів, зокрема смаження у фритюрі за $t = 180 \pm 2$ °С впливає на склад і властивості олій. Смаження у фритюрі – складний фізико-хімічний процес, під час якого відбувається масообмін, хімічні та механічні перетворення. Олія, будучи рідким середовищем, ефективно конвективно передає тепло. В умовах смаження вода видаляється з продукту у вигляді бульбашок пари. Випаровуючись з поверхні продукту бульбашки пари, через олію, сприяють підвищенню коефіцієнта теплопровідності. Висока швидкість випаровування в пористій структурі продукту створює градієнт тиску, який сприяє переміщенню води або пари в напрямку до поверхні обміну і зумовлює надходження олії до продукту під час охолодження. У результаті високої швидкості теплопровідності і недостатньої кількості води для випаровування, виникає надлишок енергії, який призводить до підвищення температури продукту вище

за температуру кипіння води та перебігу різних хімічних реакцій (потемніння, руйнування нутрієнтів та ін). У процесі смаження олії піддаються впливу високих температур, води і пари, в результаті чого відбувається часткове руйнування тригліцеридів, полімеризація, ізомеризація, циклізація і гідроліз [49, 57].

Для обґрунтування використання ОСВТ як рецептурного компоненту продукції із заварного тіста та середовища для смаження їх у фритюрі вважали за доцільне дослідити властивості ОСВТ під час тривалої термообробки ($t = 180 \pm 2^\circ\text{C}$, $\tau = 30 \times 60^2 \text{ c}$). Для дослідження олії в процесі тривалої термообробки її нагрівали в посудині, виготовленій з нержавіючої харчової сталі. Термостатування забезпечувалось приладом з контактним термометром та реле, яке вимикало живлення електронагрівача у разі досягнення олією контрольних температур. Зразки нагрітої олії відбирали через кожні 6 годин нагрівання. Дослідження проводились на зразках масою $50 \pm 2 \text{ г}$.

На рисунках 2.12 – 2.14 наведено залежності вищенаведених фізико-хімічних показників від тривалості термообробки. Сукупність окремо взятих характеристик дозволяє охарактеризувати ті перетворення, які відбуваються в оліях, а саме: ПЧ відображає первинні процеси окиснення, динамічна в'язкість і густина характеризує термополімеризацію, КЧ – ступінь гідролізу, коефіцієнт екстинції – процес ізомеризації та термоокиснення. При цьому слід звернути увагу на те, що розподіл цих показників на окремі групи – умовний, оскільки кожен з цих процесів не може відбуватися ізольовано. Так, якщо на початку термообробки відбувається накопичення первинних продуктів окиснення (пероксидів), то в подальшому вони руйнуються до альдегідів, які окислюються до кислот, що призводить водночас до посилення гідролізу та накопичення нових пероксидів.

Установлено (рис. 2.12), що КЧ обох зразків олій в процесі нагрівання зростає, але слід зазначити, що КЧ ОСВТ після 30 годин збільшується від початкового значення у 4,2 рази та залишається досить низьким – 0,46 мг КОН/г, а КЧ ОСРД (контроль) підвищується у 7,1 рази і становить 2,2 мг

КОН/г. Проте дослідження значень КЧ не дозволяє диференціювати процеси накопичення вільних жирних кислот (ВЖК), що утворилися під час окиснення альдегідів і в результаті гідролізу складних ефірів. Оскільки термічний вплив здійснювали на олію без додавання продуктів, тобто в олії майже відсутня вода, можна стверджувати про мінімальний вплив на значення КЧ ВЖК, які є продуктами гідролізу.

Швидкість окиснення в ОСВТ нижча від ОСРД (контроль) у 2 рази на початку термообробки та в 1,23 рази за максимальної тривалості термообробки.

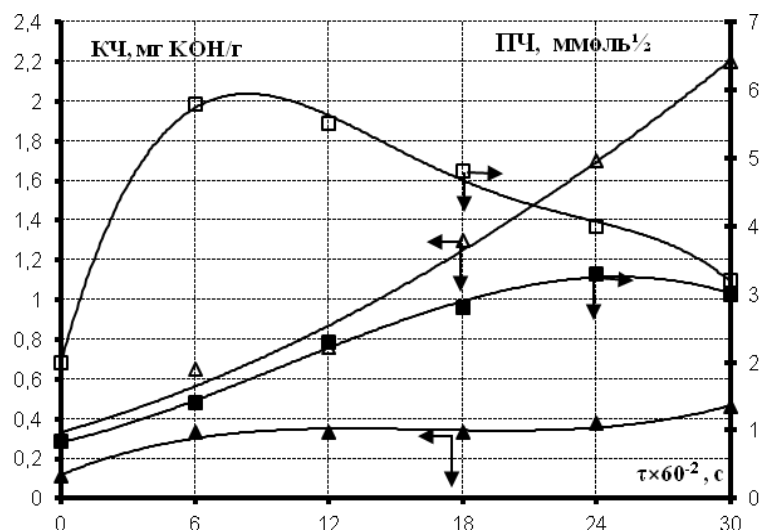


Рис. 2.12. Залежність КЧ (Δ, ▲) та ПЧ (□, ■) олії від тривалості термообробки за $t = 180 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Результати залежності пероксидного числа зразків олії від тривалості термообробки за $t = 180 \pm 2^\circ\text{C}$ показано на рис. 2.12., з якої видно, що в контрольному зразку ПЧ досягає свого максимального значення (6 ммоль^{1/2} О/кг) вже на початку термообробки через 2...6 годин, в той час, як в ОСВТ максимальна кількість пероксидів (3,3 ммоль^{1/2} О/кг) утворюються значно пізніше – через 12...18 годин, що пояснюється більшою термічною стійкістю до окиснення.

Перекиси – дуже активні реагенти, і в процесі тривалої термообробки вони накопичуються в жирі, тобто відбуваються процеси первинного окиснення, а далі мають місце процеси вторинних змін пероксидів, і їх кількість зменшується. Зокрема, через 30 годин темперування ПЧ контрольного зразку становить 3,3 ммоль 1/2 О/кг, а в зразку ОСВТ – 3 ммоль 1/2 О/кг.

Процес полімеризації триацилгліцеринів жирних кислот у оліях соняшнику за термообробки ілюструється залежностями значень їх густини та динамічної в'язкості. Відомо, що густина олій залежить від наявності в них спряжених зв'язків і транс-ізомерів. Зі збільшенням їх вмісту густина олії зростає. Наші дослідження підтвердили, що збільшення густини олії під впливом високих температур залежить від тривалості термообробки (рис. 2.13).

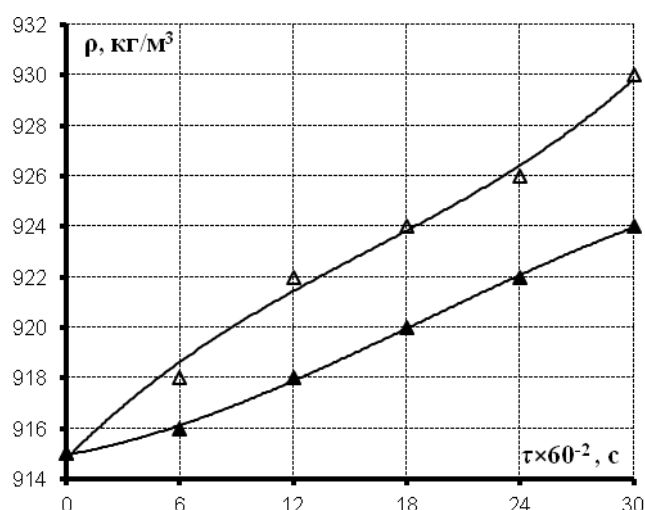


Рис. 2.13. Залежність густини (Δ, \blacktriangle) олії від тривалості термообробки за $t = 180 \pm 2^\circ\text{C}$: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Протягом перших 6 годин термообробки густина підвищується в ОСВТ від 915 кг/м^3 до 916 кг/м^3 , а в ОСРД (контроль) 915 кг/м^3 до 918 кг/м^3 . Після 12 годин термообробки із розпадом триацилгліцеринів і збільшенням швидкості утворення вільних жирних кислот, сполук із сполученими подвійними зв'язками, транс-ізомерів і полімерних продуктів густина ОСВТ збільшується до позначки 924 кг/м^3 , а в ОСРД (контроль) до 930 кг/м^3 . Збільшення густини олії, в першу чергу, пов'язано з полімеризацією і, можливо, зі зміною

просторової структури вільних жирних кислот. У процесі термічної полімеризації олій відбувається утворення міжмолекулярних зв'язків в триацилгліцеридах (реакція Дільса-Альдера). Ця реакція протікає за температури, яка вища за 140°C, а повне зшивання зв'язків відбувається за температури вище 200°C. Тобто, протікають 2 паралельні процеси – розпад триацилгліцеринів з утворенням вільних жирних кислот і вторинних продуктів окиснення і процесів полімеризації, що призводять до збільшення густини зразків олій.

У результаті термічного впливу, змінюються показники в'язкості олій. Як правило, через деякий час експлуатації олій, за рахунок виникнення полімерів, в'язкість їх зростає, що може призвести до появи піни під час повторного нагрівання. Підвищена в'язкість може бути також причиною погіршення тепловіддачі олій. Оскільки, за рахунок конвекції більш в'язка олія може місцево перегріватися, створювати місцеві поля з високою і низькою температурами. Незважаючи на підвищення в'язкості та утворення нелетких полімерів, за термообробки в оліях накопичуються також леткі речовини, які значно знижують загальну температуру димоутворення, що спричиняє, з технологічного погляду, неможливість подальшої експлуатації олій.

Полімеризація та ізомеризація триацилгліцеринів ненасичених жирних кислот зразків олії під час тривалої термообробки ($t=180\pm 2^\circ\text{C}$) підтверджується дослідженнями в'язкості та коефіцієнтом екстинції (рис. 2.14).

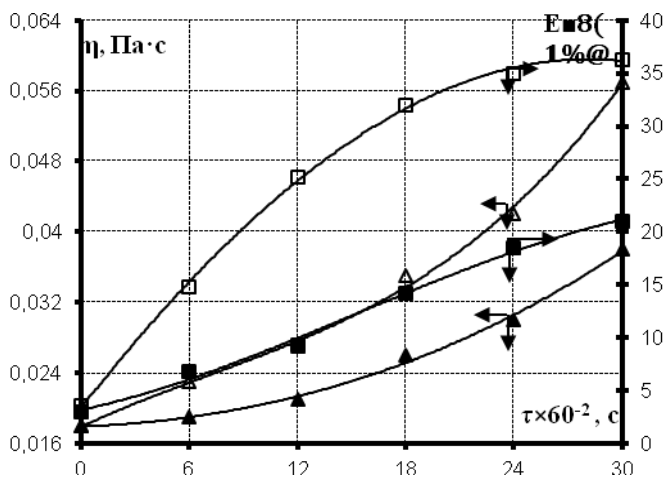


Рис. 2.14. Залежність в'язкості (Δ , \blacktriangle) та коефіцієнту екстинції олії ($\frac{E}{1\%}$) (□, ■) олії від тривалості термообробки за $t = 180 \pm 2$ °C: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Згідно з експериментальними даними (рис. 2.14), в інтервалі тривалості термообробки 6...30 годин спостерігається лінійна залежність між коефіцієнтом екстинції та тривалістю термообробки. Коефіцієнт екстинції в ОСРД (контроль) та ОСВТ зростає до межі гранично допустимих значень ($\frac{E}{1\%} = 15$, що відповідає накопиченню 1% окиснених жирних кислот) через 6 годин в ОСРД та 18 годин в ОСВТ, що підтверджує більшу в 3 рази термостійкість ОСВТ. Внаслідок вище перерахованих процесів, олія перетворюється на суміш тригліцеридів, які містять кислоти із спряженими подвійними зв'язками, трансізомери, леткі речовини (альдегіди), епокси, кетони, мономірні сполуки, продукти з високою молекулярною масою, продукти термічного розпаду (олігомерні тригліцериди і тригліцериди з циклічними жирними кислотами), утворення яких можливе за допомогою таких механізмів:

– один з механізмів пов'язаний з утворенням ізомерних форм ненасичених жирних кислот. Для мононенасичених жирних кислот характерна геометрична ізомеризація з переходом цис-подвійного зв'язку до відповідного транс-ізомеру.

У поліненасичених жирних кислотах процеси геометричної ізомеризації можуть відбуватися з утворенням дієнових сполучених систем, обумовленим зміщенням подвійних зв'язків і зміною їх конфігурації, тобто переходом з цис-форми у транс [138-141]. Olesea Roman, Claudia Belingheri і Schaich K.M. [199-140, 143], вивчаючи міграцію подвійних зв'язків та позиційну ізомеризацію ненасичених жирних кислот в процесі гідрогенізації, встановили, що міграція подвійних зв'язків рухається переважно в напрямку їх зближення з утворенням спряжених систем. Таким чином, можна вважати, що їх утворення може бути наслідком як окислювальних процесів, що активізуються з підвищенням

температури, так і безпосереднього термообробки на стабільність олій до окиснення.

– циклізація гідропероксидів, при цьому гідропероксидна група утворює алкоксильний радикал, який циклізуючись з сусіднім атомом вуглецю утворює епоксид. Якщо сусідній атом вуглецю входить до системи подвійних зв'язків, то подвійний зв'язок зміщується, в результаті чого утворюється епоксигрупа поряд з подвійним зв'язком. Цей механізм циклізації призводить до утворення епоксидів тригліцеридів, які знаходяться між 7 і 12 атомами вуглецю триолеїну;

– пероксидація включає реакції ненасичених кислот з гідропероксидами жирних кислот. У цьому випадку олеїнова епоксидна група знаходиться між 9 та 10 атомами вуглецю.

Утворення кетосполук відбувається під час розпаду моногідропероксидів [44, 48, 63].

Доведено, що водночас зі збільшенням коефіцієнта екстинції підвищується і Тб.Ч (рис. 2.15) олій, що підтверджує утворення вторинних продуктів окиснення. Показник Тб.Ч в ОСВТ становить 0,04 мг МА/1000 г, що менше у 2,25 рази за Тб.Ч ОСРД (контроль).

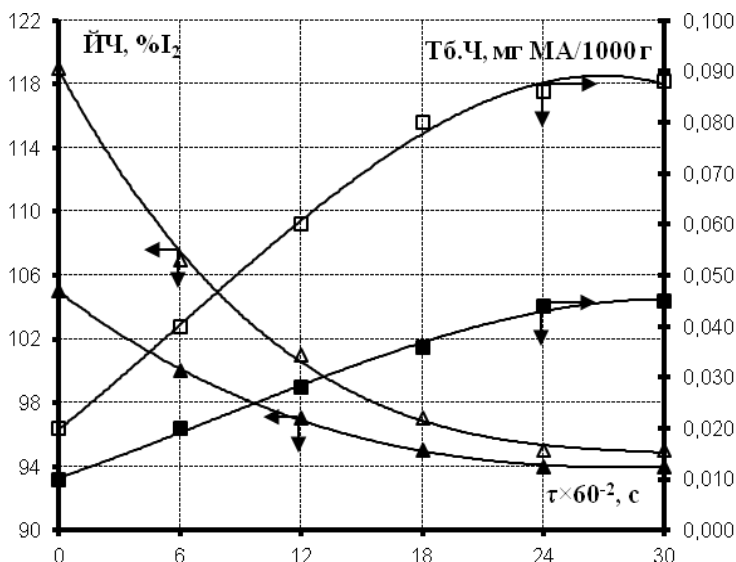


Рис. 2.15. Залежність ЙЧ (Δ , \blacktriangle) та Тб.Ч (\square , \blacksquare) олій від тривалості термообробки за $t = 180 \pm 2$ °С: ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Зниження ступеню ненасиченості олій ілюструють дані ЙЧ, що наведено на рис. 2.15. Стрімкий розпад триацилгліцеринів спостерігається протягом 6...18 годин, унаслідок якого ЙЧ ОСРД (контроль) зменшується від 119 % I_2 до 95% I_2 , тобто в 1,2 рази від початкового значення, а в ОСВТ – в 1,1 рази.

Результати проведених на цей час робіт свідчать, що функціональні властивості олій соняшнику, які піддаються тривалій термообробці, залежать, насамперед, від їх жирнокислотного складу. Однак характер його змін у різних типів соняшникових олій в процесі нагрівання вивчено недостатньо.

З метою встановлення, які саме жирні кислоти залучаються до процесів окиснення першими, нами було проаналізовано динаміку жирнокислотного складу у різних типів олій соняшнику під дією тривалої термообробки (за $t = 180 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 30 годин було проведено низки досліджень, результати яких наведено в таблицях 2.9. – 2.12.

У процесі нагрівання обох олій в них спостерігалися суттєві змінення їх жирнокислотного складу, характер яких був залежний від типу олії і тривалості нагрівання. Залежність вмісту насичених жирних кислот від тривалості термообробки наведено в табл. 2.9 та 2.10.

Таблиця 2.9

Залежність вмісту пальмітинової кислоти (% до загальної суми) в досліджуваних зразках олії від тривалості термообробки

Олія	Тривалість термічного впливу, $\times 60^{-2}$ с					
	0	6	12	18	24	30
ОСРД (контроль)	6,8	7,5	8,1	8,5	9,3	10,2
ОСВТ	3,9	4,0	4,1	4,3	4,5	4,8
НІР* _{0,05}	0,1					

*- Найменша імовірна різниця, ефекти достовірні на 5-ти відсотковому рівні

Залежність вмісту стеаринової кислоти (% до загальної суми) в досліджуваних зразках олії від тривалості термообробки

Олія	Тривалість термічного впливу, $\times 60^{-2}$ с					
	0	6	12	18	24	30
ОСРД (контроль)	3,7	4,1	4,3	4,6	5,1	5,6
ОСВТ	2,8	3,0	2,9	3,2	3,4	3,6
НІР _{0,05}	0,1					

Під час термообробки відбуваються суттєві зміни жирнокислотного складу олій, характер яких залежить від типу олії та тривалості термообробки. Вміст насичених жирних кислот під час тривалої термообробки обох зразків олії збільшується. В ОСВТ спостерігається збільшення вмісту пальмітинової (від 3,9% до 4,8%) та стеаринової (від 2,8% до 3,6%) кислот, в ОСРД (контроль) – (від 6,8% до 10,2% та від 3,7% до 5,6% відповідно). В ОСРД (контроль) зростання вмісту пальмітинової та стеаринової кислот під час нагрівання відбувається інтенсивніше, ніж в ОСВТ.

Установлено, що ОСВТ характеризується високим вмістом олеату (89,3%), що в 3,5 рази перевищує цей показник в ОСРД (контроль). Характер змін вмісту олеату під час тривалої термообробки специфічний для кожного з досліджуваних зразків олії. Вміст олеїнової кислоти в ОСВТ під час тривалої термообробки знижується від 89,3% до 83,6%, за рахунок окиснення олеїнової кислоти, а в ОСРД (контроль) – інтенсивно зростає від 25,5% до 33,4%, що можна пояснити двома паралельними процесами – окиснення та гідрогенізації поліненасичених жирних кислот (ПНЖК).

Узагальнення результатів досліджень підтверджує, що ОСВТ характеризується більшою стабільністю жирнокислотного складу під час тривалої термообробки порівняно з ОСРД (контроль).

Таблиця 2.11

Залежність вмісту олеїнової кислоти (% , до загальної суми), в досліджуваних зразках олії від тривалості термообробки

Олія	Тривалість термічного впливу, $\times 60^{-2}$ с					
	0	6	12	18	24	30
ОСРД (контроль)	25,5	27,3	28,7	29,7	31,5	33,4
ОСВТ	89,3	86,1	85,5	85,0	84,8	83,6
НІР _{0,05}	0,3					

Вміст лінолевої кислоти в досліджуваних зразках олії в процесі тривалої термообробки знижувався (табл. 2.12). В ОСВТ вміст лінолевої кислоти в процесі нагрівання зменшився від 2,0 % до 1,6 %, що може свідчити про особливість структурового розташування лінолевої кислоти в молекулі триацилгліцерину, в той час, як кількісний вміст лінолевої кислоти в ОСРД (контроль) зменшився від 62,6% до 48,4%.

Таблиця 2.12

Залежність вмісту лінолевої кислоти (% , до загальної суми) в досліджуваних зразках олії від тривалості термообробки

Олія	Тривалість термічного впливу, $\times 60^{-2}$ с					
	0	6	12	18	24	30
ОСРД (контроль)	62,6	59,5	57,2	55,0	51,9	48,4
ОСВТ	2,00	1,70	1,68	1,65	1,63	1,61
НІР _{0,05}	0,3					

У процесі тривалої термообробки досліджуваних зразків олії зареєстровано суттєві зміни їх жирнокислотного складу, характер яких залежний від типу олії і тривалості нагрівання. Уміст насичених жирних кислот під час нагрівання обох зразків олій зростає, вміст лінолевої кислоти знижується, вміст олеїнової кислоти в ОСВТ знижується, а у ОСРД (контроль) – зростає. Ці дані свідчать

про те, що здатність до окиснювання збільшується в міру ненасиченості та знижується в міру збільшення кількості атомів вуглецю в молекулах жирної кислоти. Таким чином, результати досліджень підтверджують, що ОСВТ характеризується більшою стабільністю жирнокислотного складу в процесі тривалої термообробки порівняно з ОСРД (контроль).

Відомо [142], що у процесі технологічної обробки олії вміст біологічно активних компонентів у ній знижується. Одним з найкращих методів стабілізації жирів є застосування антиоксидантів. Крім того, на антиокиснювальні властивості олій впливають жирнокислотний склад, ступінь ненасиченості жирних кислот, присутність про- і антиоксидантів, синергістів, температура і відносна активність токоферолів.

Необхідно відзначити, що активність сильних антиоксидантів не залежить від їх концентрації, а слабкі антиоксиданти мають максимум активності за певних концентрацій.

Токофероли це природні антиоксиданти олій, тому найбільш доцільне їх застосування полягає у стабілізації процесів окиснення олій.

Найбільш сильним антиоксидантом є α -токоферол, але внаслідок своєї Н-донорської активності, він більш активно в порівнянні з β -, γ -, δ -токоферолами бере участь в небажаних побічних реакціях, в котрих він діє як прооксидант. Оскільки швидкості реакцій за участі токоферолів як антиоксидантів вище, ніж побічних реакцій, тобто переважають антиокислювальні реакції і токофероли в них витрачаються в першу чергу. Якщо їх концентрація в олії перевищує необхідну або достатню для здійснення захисту ПНЖК, то їх надлишок може брати участь в небажаних побічних реакціях, в котрих він каталізує утворення вільних радикалів, що пояснює концентраційну залежність прооксидативної поведінки токоферолів. При цьому результативна дія токоферолів визначається сумою різноспрямованих ефектів.

Для підвищення якості жирів може бути використано і біохімічний ефект природних антиоксидантів, насамперед токоферолів. Відомо, що ці поліізопренові похідні хроману блокують розвиток реакцій пероксидного

окиснення і значно підвищують стійкість олій до нього [46, 66]. Окрім того, токофероли вирізняються високою поліфункціональною вітамінною активністю, яка значною мірою забезпечує біологічну цінність олії [72, 81].

Результати проведених досліджень свідчать як про доцільність використання біологічного ефекту токоферолів для поліпшення якості жирів [88], так і про можливість генетичного поліпшення соняшнику за вмістом та складом токоферолів [89]. Однак до цього часу характер змін умісту та складу токоферолів в процесі нагрівання олій соняшнику з різним жирнокислотним складом не встановлено і саме це створило передумови для виконання наших досліджень.

Одержані результати піддавали статистичній обробці методом дисперсійного аналізу.

Як зазначалося вище за вхідного контролю жирнокислотного складу досліджуваних зразків олій встановлено, що вони відрізняються за вмістом чотирьох жирних кислот – пальмітинової (C16:0), стеаринової (C18:0), олеїнової (C18:1) та лінолевої (C18:2) (табл. 2.2).

Загальний вміст токоферолів в ОСРД (контроль) становить 61,1 мг %, а в ОСВТ – 52,5 мг %. Кількісно переважаючою формою токоферолів у проаналізованих зразках є α -токоферол. Його частка в комплексі токоферолів становить 93,9 мг % та 94,6 мг %, тоді як частки β -, γ - та δ -токоферолів складають – 3,8 мг % та 4,5 мг %, 1,4 мг % та 1,5 мг % та 0,2 мг % та 0,3 мг % відповідно (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Вміст та склад токоферолів в досліджуваних зразках олій

Олія	Загальний вміст токоферолів в оліях, мг%	Вміст ізоформ токоферолів, % до суми			
		α -токоферолу	β -токоферолу	γ -токоферолу	δ -токоферолу
ОСРД (контроль)	61,1	93,9	4,5	1,4	0,3
ОСВТ	52,5	94,6	3,8	1,5	0,2
НІР _{0,05}	4,5	1,7	1,1	0,8	0,1

Вже через 6 годин нагрівання наявність β -, γ - та δ -токоферолів у досліджуваних зразках олій або не фіксується зовсім, або залишилися сліди цих форм токоферолів, а, комплекс токоферолів подано тільки α - токоферолом (табл. 2.14).

Його вміст в процесі термічного впливу в обох зразках олій постійно знижувався. І, якщо в непрогрітих оліях він становив 49,5 та 57,3 мг %, то через 6 годин нагрівання – 29,3 мг % та 30,6 мг %, через 12 годин – 13,9 мг % та 15,8 мг %, через 18 годин – 5,5 мг % та 7,7 мг %, через 24 годин – 3,4 мг % та 4,4 мг %, а через 30 годин – 0,6 мг % та 1,5 мг % для ОСВТ та ОСРД відповідно (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Залежність вмісту α - токоферолу в досліджуваних зразках олії від тривалості термообробки, мг%

Олія	За термічного впливу, $\times 60^{-2}$ с					
	0	6	12	18	24	30
ОСРД (контроль)	57,3	30,6	13,9	5,5	3,4	0,6
ОСВТ	49,7	29,3	15,8	7,7	4,4	1,5
НІР _{0,05}	1,6					

Досліджувані зразки олії суттєво відрізняються за динамікою вмісту α -токоферолу під час тривалої термообробки. В ОСРД (контроль) через 6 годин термообробки вміст α -токоферолу знижується на 46,7%, 12 годин – на 75,8%, 18 годин – на 90,4%, 24 годин – на 94,1%, 30 годин – на 99,0%; для ОСВТ – відповідно на 41,1%, 68,2%, 84,6%, 91,2% та 97,0%, що свідчить про більшу стійкість ОСВТ до процесів окиснення порівняно з ОСРД (контроль).

Узагальнюючи результати дослідження олій за тривалої термообробки, слід відзначити стійкість ОСВТ до процесів окиснення порівняно з ОСРД (контроль). З метою розробки рекомендацій, щодо подальшого використання олії соняшникової високоолеїнового типу в технології продукції із заварного тіста, вважаємо необхідним вивчення поведінки цієї олії під час гідротермічних процесів.

2.1.4 Дослідження змін основних технологічних показників олії соняшникової високоолеїнового типу під час гідротермічних процесів

Відомо, що в основі традиційної технології приготування заварного тіста знаходиться гідротермічний процес – процес заварювання тіста. Гідротермічний процес належить до багатофакторних складних теплових процесів, який суттєво впливає на якість готової продукції. Динаміка властивостей жирів у технологічній системі під впливом гідротермічної обробки залежить від температури, терміну обробки, співвідношення жиромісних продуктів та води, тобто гідромодуля, рН середовища. Динаміку хімічних перетворень ОСВТ та ОСРД (контроль) за умов гідротермічного процесу. Ми досліджували на модельних системах «ОСВТ – вода» з їх об'ємним співвідношенням 1,0:0,5, 1,0:2,5, 1,0:3,0. Склад і співвідношення жиру і води (гідромодуль) у модельних системах обрано на основі традиційної рецептури заварного тіста, згідно з якою воно становить 1,0:2,5, а також із меншою та більшою часткою води в системі.

Результати дослідження залежності фізико-хімічних показників ОСВТ та ОСРД (контроль) в модельних системах «ОСВТ – вода» зі співвідношенням 1,0:2,5 відповідно від рН і температури наведено на рисунках 2.16 - 2.17.

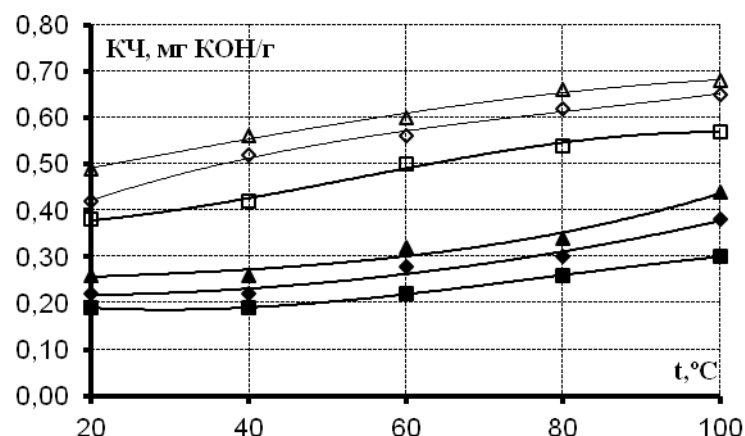


Рис. 2.16. Залежність КЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» (1,0:2,5) від температури гідротермообробки і рН($\blacklozenge, \blacklozenge$ – 4,5; \blacksquare, \square – 6,0; $\blacktriangle, \triangle$ – 8,0): ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

З експериментальних даних (рис. 2.16) видно, що КЧ зразків зростає з підвищенням температури гідротермообробки від 20 до 100° С в модельних системах із кислим, слабко кислим і лужним середовищем. В ОСВТ за рН 4,5 величина КЧ знаходиться в інтервалі 0,22...0,38 мг КОН/г, рН 6,0 – 0,19...0,30 мг КОН/г, рН 8,0 – 0,26...0,44 мг КОН/г, а в ОСРД – за рН 4,5 величина КЧ знаходиться в інтервалі 0,42...0,65 мг КОН/г, рН 6,0 – 0,38...0,57 мг КОН/г, рН 8,0 – 0,49...0,68 мг КОН/г. Одержані дані підтверджують зростання швидкості гідролізу і накопичення вільних жирних кислот у модельних системах унаслідок підвищення температури та рН середовища. Отримані дані вказують, що в лужному середовищі в ОСРД перетворення супроводжуються накопиченням більшої кількості вільних жирних кислот упродовж усього температурного інтервалу $t = 20 \dots 100^\circ\text{C}$ гідротермічного впливу.

Процес накопичення гідропероксидів підтверджують результати дослідження динаміки зміни ПЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» зі співвідношенням 1,0:2,5 відповідно (рис. 2.17).

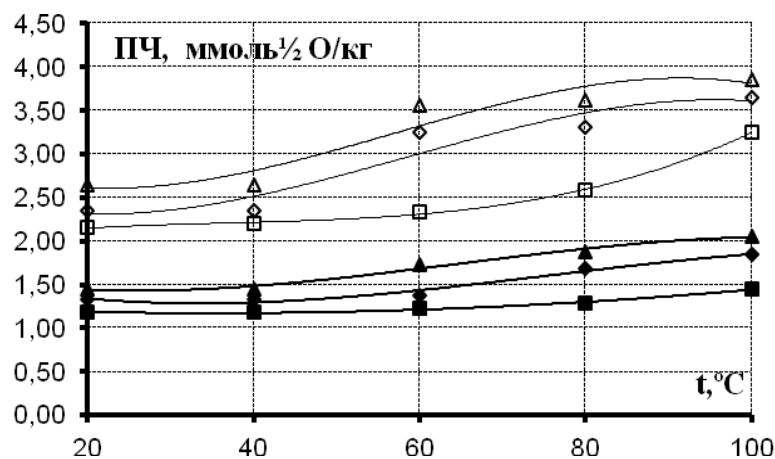


Рис. 2.17. Залежність ПЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» (1,0:2,5) від температури гідротермообробки і рН (◆,◇ – 4,5; ■,□ – 6,0; ▲,Δ – 8,0): ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

З рисунку 2.17 видно, що ПЧ збільшується для всіх зразків модельних систем в дослідженому інтервалі рН з підвищенням температури. Стрімке зростання значень ПЧ спостерігається за підвищення температури від 60°С до

100°C в ОСВТ і становить від 1,22 ммоль 1/2O/кг до 2,05 ммоль 1/2O/кг, а в ОСРД за температури від 40°C до 100°C і становить від 2,20 ммоль 1/2O/кг до 3,85 ммоль 1/2O/кг.

Отже, одержані залежності КЧ, ПЧ зразків олій від реакції середовища модельної системи «ОСВТ – вода» (1,0:2,5) і температури гідротермообробки свідчать про процеси окиснення в усіх зразках. Проте значення цих показників в ОСВТ знаходяться у межах КЧ = 0,19...0,44 мг КОН/г, ПЧ = 1,18...2,05 ммоль 1/2O/кг, а в ОСРД – КЧ = 0,38...0,68 мг КОН/г, ПЧ = 2,15...3,85 ммоль 1/2O/кг.

Залежності КЧ і ПЧ жиру модельних систем від гідромодуля та рН за температури $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ наведено на рисунках 2.18 та 2.19.

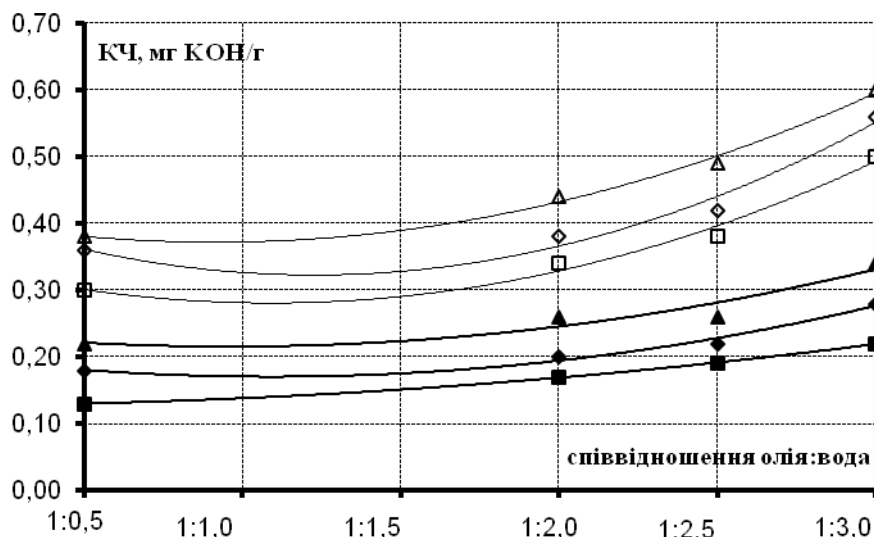


Рис. 2.18. Залежність КЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ від гідромодуля і рН(◆,◇ – 4,5; ■,□ – 6,0; ▲,△ – 8,0): ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

КЧ жиру (рис. 2.18) зростає у всіх модельних системах «ОСВТ – вода» зі збільшенням частки води, що є визначальним чинником поглиблення гідролізу олії. Експериментально встановлено, що найбільшим значенням КЧ і накопиченням вільних жирних кислот характеризується модельна система на основі ОСРД з гідромодулем 1,0:3,0 за рН=8, яке становить 0,60 мг КОН/г, а

найменшим – модельна система на основі ОСВТ із співвідношенням 1,0:0,5 за рН=6, яке становить 0,13 мг КОН/г. З отриманих даних можна зробити висновок, що на процес гідролізу впливає гідромодуль і жирнокислотний склад зразків олій, що входили до складу модельних систем.

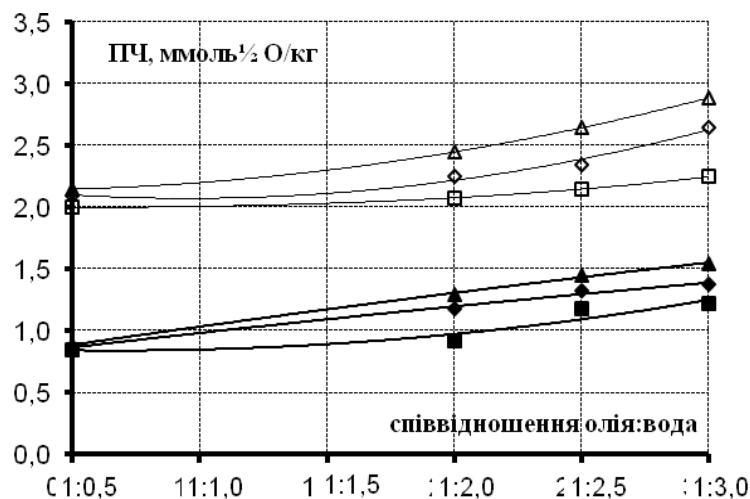


Рис. 2.19. Залежність ПЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ від гідромодуля і рН ($\blacklozenge, \blacklozenge$ – 4,5; \blacksquare, \square – 6,0; $\blacktriangle, \triangle$ – 8,0): ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Динаміка зростання пероксидного числа жиру в усіх модельних системах (рис. 2.19) має подібний характер. Для систем з кислою (рН=4,5) і лужною (рН=8,0) реакцією середовища значення ПЧ практично співпадають у межах похибки експерименту. Більшими значеннями ПЧ характеризуються модельні системи на основі ОСРД (контроль) із співвідношенням «ОСВТ – вода» як 1,0:3,0 відповідно і становлять за рН 4,5 – 2,65 ммоль^{1/2}О/кг; рН 8,0 – 2,89 ммоль^{1/2}О/кг; рН 6,0 – 2,25 ммоль^{1/2}О/кг. Система «ОСВТ – вода» на основі ОСВТ з гідромодулем 1,0:0,5 відповідно має найменші показники ПЧ: за рН 4,5 – 1,38 ммоль^{1/2}О/кг; рН 8,0 – 1,55 ммоль^{1/2}О/кг; рН 6,0 – 1,22 ммоль^{1/2}О/кг. Зростання пероксидного числа в результаті збільшення частки води в системі свідчить про підвищення швидкості окиснення ацилгліцеринів олії і накопичення первинних продуктів окиснення – переважно гідропероксидів.

Таким чином в модельній системі «ОСВТ – вода» на основі ОСВТ з рН=6,0 і гідромодулем 1,0:2,5 спостерігається незначне накопичення вільних жирних кислот і первинних продуктів окиснення, а величини КЧ і ПЧ за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ не перевищують 0,19 мг КОН/г і 1,18 ммоль $1/2\text{O}/\text{кг}$ відповідно.

Вплив тривалості гідротермообробки за температури $t = 100 \pm 2^\circ\text{C}$ на КЧ і ПЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» з гідромодулем 1,0:2,5 за різної реакції середовища ілюструють залежності, які наведено на рисунках 2.20 – 2.21.

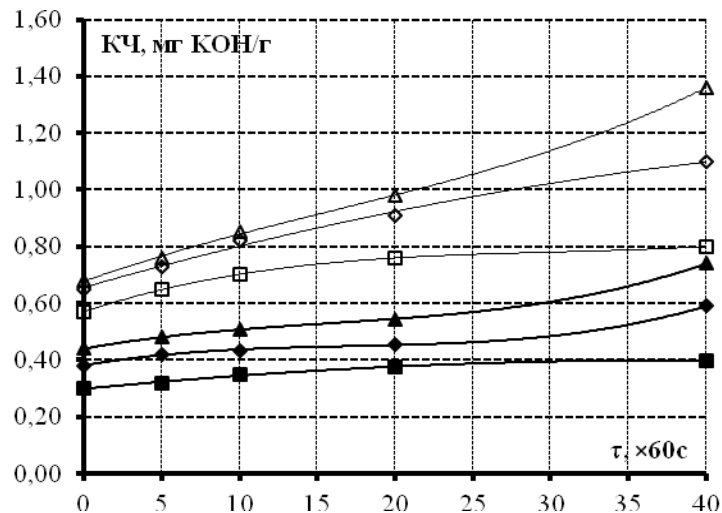


Рис. 2.20. Залежність КЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» (1,0:2,5) від тривалості термообробки ($t = 100 \pm 2^\circ\text{C}$) і рН($\blacklozenge, \blacklozenge$ – 4,5; \blacksquare, \square – 6,0; $\blacktriangle, \triangle$ – 8,0): ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Збільшення терміну гідротермічної обробки призводить до прискорення гідролізу олії, про що свідчить підвищення КЧ модельних систем. КЧ збільшується протягом $40 \times 60\text{с}$ гідротермообробки в модельних системах на основі ОСВТ за рН 4,5 у 1,5; рН 6,0 – 1,3; рН 8,0 – 1,7 рази, а в модельних системах на основі ОСРД (контроль) за рН 4,5 у 1,7; рН 6,0 – 1,4; рН 8,0 – 2,0 рази.

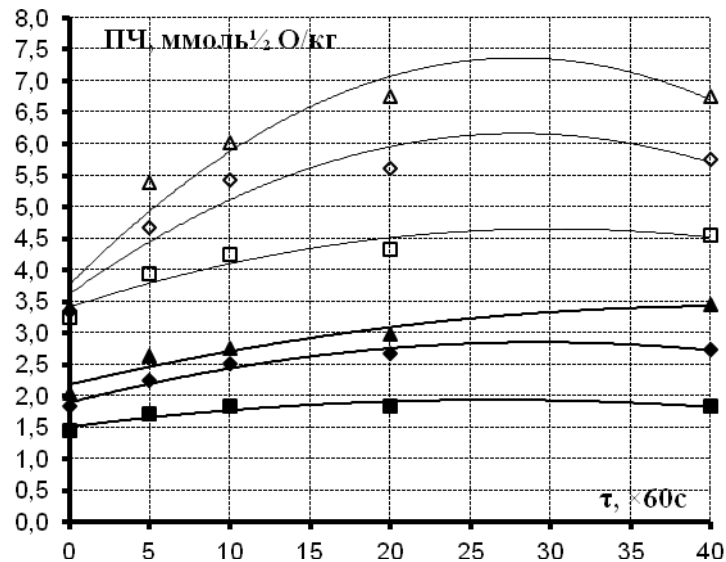


Рис. 2.21. Залежність ПЧ жиру модельних систем «ОСВТ – вода» (1,0:2,5) від тривалості термообробки ($t=100^{\circ}\text{C}$) і рН (◆,◇ – 4,5; ■,□ – 6,0; ▲,Δ – 8,0): ОСРД (контроль) – світлі маркери; ОСВТ – темні маркери

Протягом перших $20 \times 60\text{с}$ гідротермообробки найбільша швидкість окиснення триацилгліцеринів спостерігається для модельної системи на основі ОСРД (контроль) з рН 8,0, в якій ПЧ зростає у 2,0 рази. У системах з рН 4,5 і 6,0 ПЧ зростає у 1,7 і 1,4 рази, в той час як в модельній системі на основі ОСВТ ПЧ зростає за рН 8,0 – у 1,7 рази, рН 4,5 і 6,0 ПЧ зростає у 1,5 і 1,2 рази.

Установлено, що під час перебігу гідротермічних процесів у модельних системах «ОСВТ – вода» на основі ОСВТ із різною реакцією середовища рН 4,5, 6,0, 8,0 хімічні перетворення триацилгліцеринів – гідроліз та окиснення – відбуваються з різною інтенсивністю. Модельні системи на основі ОСВТ виявляють більшу термостабільність і стійкість до пероксидного окиснення порівняно з модельними зразками на основі ОСРД (контроль), а максимальні значення КЧ і ПЧ не перевищують 0,74 мг КОН/г і 3,45 ммоль $1/2\text{O}$ /кг відповідно за умов збільшення частки води в системі (1,0:0,5; 1,0:2,5; 1,0:3,0), підвищення температури до 100°C , подовження тривалості термічного впливу до $40 \times 60\text{с}$. Визначено раціональні умови гідротермічного процесу для модельних систем «ОСВТ – вода» на основі ОСВТ, згідно з якими температура

становить 95...100°C, тривалість – 5×60 с, гідромодуль «ОСВТ – вода» – 1,0:2,5. Проведені дослідження стали підґрунтям для розробки науково обґрунтованої технології з використанням ОСВТ у виробництві продукції із заварного тіста.

2.2 Раціональні параметри технологічної обробки олії соняшникової високоолеїнового типу та розробка рекомендацій з її використання в технології продукції із заварного тіста та як середовище для смаження

Експериментально встановлено, що ОСВТ характеризується змінним ЖКС, що має високий вміст олеїнової кислоти та відрізняється від ОСРД (контроль) більш високою стійкістю до процесів окиснення. Завдяки технологічним властивостям ОСВТ, вважаємо за доцільне її використання у технологіях, що вимагають стійкості до процесів окиснення, як під час зберігання, так і під впливом технологічних чинників.

Враховуючи вищенаведене, рекомендовано використання ОСВТ як рецептурний компонент та як середовище для смаження, зокрема у фритюрі.

Узагальнення аналітичних та експериментальних досліджень технологічних показників ОСВТ дозволило визначити раціональні параметри технологічної обробки (табл. 2.15 – 2.16) та розробити рекомендації з її використання.

Таблиця 2.15

Раціональні параметри технологічної обробки ОСВТ

Параметр	Одиниці вимірювання	Межові значення
1	2	3
<i>Олія як середовище для смаження</i>		
Температура	°C	160...180
Співвідношення олія:н/ф	-	4:1
Тривалість безперервного використання	×60 ² с	0...18
Тривалість зберігання ОСВТ	міс.	24

<i>Олія як рецептурний компонент заварного тіста</i>		
Температура гідротермічної обробки	°С	95...100
Тривалість гідротермічної обробки	×60 с	3...5
Співвідношення олія:вода	-	1:2,5
рН середовища	-	6
Тривалість зберігання готових виробів, за $t = 0...6$ °С та відносної вологості повітря 70...75 %	годин	0...12

Вище наведені раціональні параметри технологічної обробки ОСВТ диктують необхідність нормування її технічних та технологічних характеристик (табл. 2.16).

Таблиця 2.16

Технологічні характеристики олії соняшникової високоолеїнового типу

Параметр	Характеристика чи межові значення
1	2
Густина, ρ , кг/м, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	915
В'язкість η , Па·с, за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	0,018
Температура застигання $t_{\text{застигання}}$, °С	0...-6
Показники заломлення за $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$	1,466
Йодне число, % I_2	105
Кислотне число, мг КОН/г	0,112...1,0
Пероксидне число, ммоль/2О/кг	0,83...10
Тіабарбітурове число, мг МА/1000 г	0,01...0,08
$E_{1\%}^{1\text{cm}}$, за довжини хвилі $\lambda=232$ нм	>15
Число омилення, мг КОН	184
Уміст насичених жирних кислот, %	7,95
Уміст мононенасичених жирних кислот, %	89,50

Уміст поліненасичених жирних кислот, %	2,30
--	------

Вважаємо, що дотримання раціональних параметрів технологічної обробки ОСВТ дозволить задовільнити таким принципам розробки нової продукції:

- використання вітчизняної сировини;
- максимальна реалізація функціонально-технологічних властивостей ОСВТ з отриманням продукції високої якості;
- отримання продукції з використанням ОСВТ, у технології якої реалізовано індустріальні підходи;
- зменшення енергозатрат і трудомісткості процесу;
- упровадження ресурсозберігаючих технологій з використанням новітніх принципів утворення харчових продуктів.

РОЗДІЛ 3

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ ЗАВАРНОГО ТІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ ОЛІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ВИСОКООЛЕЇНОВОГО ТИПУ

3.1 Інноваційний задум технології продукції із заварного тіста з використанням олії соняшnikової високоолеїнового типу

Інноваційний розвиток підприємств харчової промисловості є основою стратегічного планування, яке формує комплекс заходів, пов'язаних із випуском нового виду продукції, упровадженням і використанням нових технологій, розвитком збуту, організацією виробництва, що дозволить підвищити ефективність виробництва нових харчових продуктів з поліпшеними характеристиками [106-112].

Підвищення ефективності функціонування підприємства-виробника лежить в площині раціонального використання науково-технічного потенціалу, удосконалення існуючих та освоєння нових процесів (виробничих, управлінських, маркетингових та ін.), підвищення якісного рівня науково-дослідної та інформаційної бази. Ефективним інструментарієм вищезазначених завдань є розробка інноваційного задуму, який визначає технологічну, технічну, маркетингову, організаційну та інші складові розробки нової продукції [112-119].

У структурі харчування людини важливе місце займає споживання кулінарних та кондитерських виробів, серед яких високим попитом користується продукція із заварного тіста. Аналіз її фізико-хімічного складу дає змогу стверджувати, що існує істотна необхідність удосконалення технології за параметрами харчової та біологічної цінності. Окрім харчової цінності, важливим чинником є зберігання продукції. Вироби із заварного тіста належать до жировмісної борошняної продукції, що лімітує термін їх зберігання, за

рахунок окиснення жиру, що спонукає до пошуків нових жирових продуктів як рецептурних інгредієнтів та функціональних компонентів. Маркетингові дослідження показали [120-124], що асортимент кулінарної та кондитерської продукції із заварного тіста на вітчизняному ринку є обмеженим, якість не відповідає вимогам сьогодення, а технологія їхнього виробництва потребує удосконалення. Світові тенденції розвитку харчової промисловості свідчать про прогрес у даному напрямку, проте слід зазначити, що траєкторія продаж імпортованої продукції складна, а цінова політика продукції закордонного виробництва висока. У зв'язку з вищезазначеним виникає необхідність створення продукції із заварного тіста, що відповідатиме вимогам сьогодення [125-130].

Відомо, що реалізація технологічного процесу виробництва продукції із заварного тіста визначається переважно технологічними властивостями жирового компоненту. Безумовним є той факт, що якість кінцевої продукції залежить від поведінки рецептурних компонентів в технологічному потоці.

У традиційній рецептурі продукції із заварного тіста жировим компонентом є вершкове масло. Жирнокислотний склад вершкового масла включає, в основному, насичені жирні кислоти 63...65% – пальмітинова і стеаринова, менше мононенасичених 33...34% – олеїнової і зовсім незначна кількість поліненасичених 1,1...3,6% – лінолевої. Дефіцит есенціальних жирних кислот (поліненасичених) та висока ціна на вершкове масло спонукають виробника до пошуку альтернативної заміни його на іншу сировину [131-135].

Біологічна цінність жирів залежить від вмісту в їх складі насичених і ненасичених жирних кислот, їх співвідношення, присутності жиророзчинних вітамінів та інших біологічно активних компонентів [133, 136].

Виходячи з економічних переваг у виробництві продукції із заварного тіста, використовують тверді жири, зокрема маргарин і кондитерські жири, які отримують з гідрогенізованих олій. З економічної точки зору використання такого виду сировини знижує собівартість готової продукції, що є безумовною

перевагою для виробників, проте слід зазначити що з точки зору біологічної цінності ця продукція має суттєві недоліки, оскільки у таких жирах містяться транс-ізомери жирних кислот, які погано засвоюються організмом людини [12, 18-19, 133, 136].

Сьогодні у світовій практиці є певний досвід виробництва продукції із заварного тіста із додаванням олій [18-19]. Використання олій має і свої технологічні недоліки. Відомо, що олії порівняно з твердими жирами, погано утримуються тістом і готовими виробами, олія випресовується під час зберігання виробів. Тому олії додають у вигляді емульсій, і останнім часом іде активний пошук ефективних емульгаторів і стабілізаторів емульсій [16-17].

Протягом виробництва продукції із заварного тіста жирова складова піддається термообробці, внаслідок чого відбуваються процеси гідролізу і окиснення. Внаслідок цих процесів утворюються значна кількість коротколанцюгових альдегідів та кетонів і їх похідних, а також пероксидів та гідропероксидів ненасичених жирних кислот, які викликають фізіологічний ефект готових виробів і різко погіршують їх якість [137-147]. Тому олії, що використовуються в цих технологіях, мають відрізнитися підвищеною термостабільністю і стійкістю до пероксидного окиснення.

З огляду на зазначене, сформульовано наукову гіпотезу стосовно перспектив використання ОСВТ в технології кулінарної та кондитерської продукції, що забезпечить збалансований жирнокислотний склад, високий вміст токоферолів, відсутність транс-ізомерів жирних кислот, тривалий термін зберігання, низьку собівартість, за рахунок реалізації технологічних властивостей ОСВТ.

Вищезазначене стало передумовою визначення інноваційного задуму нового продукту – продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ (табл. 3.1).

Інноваційний задум нового продукту – продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ

Показник	Характеристика	Джерела реалізації
Зовнішній вигляд продукту	Має форму сфери або кулі, без зламів та вм'ятин, з художнім оздобленням або без нього. Запах свіжої випічки, без стороннього присмаку та запаху.	Досягається за рахунок дотримання раціональних параметрів технологічного процесу та використання ОСВТ, наповнювачів, оздоблення
Цільовий сегмент	Продукт призначений до споживання широким верствам населення	Досягається за рахунок В2В: (заклади ресторанного господарства різних форматів, в тому числі мережеві; ресторани при готелях та ін.); навчальні заклади, промислові підприємства; В2С: широкі верстви населення через підприємства оптової та роздрібної торгівлі
Конкурентні переваги	Продукція із заварного тіста характеризуються збалансованим жирнокислотним складом, високим умістом токоферолів, відсутністю транс-ізомерів жирних кислот, тривалим терміном зберігання та низькою собівартістю	Досягається за рахунок реалізації технологічних властивостей ОСВТ
Пакування	Передбачається пакування в паперово-картонні, поліетиленові та полімерні матеріали	Маса продукту від 0,040 кг до 0,1 кг залежно від технологічного призначення та форми реалізації
Асортимент	Асортимент залежить від рецептурного складу наповнювачів та технології виготовлення	Формування асортименту здійснюється з урахуванням: форми реалізації, технологічного призначення, виду термообробки, використання, наповнювача, виду оздоблюючого н/ф
Термін зберігання	Термін зберігання (на основі передбачення)	Тривалість зберігання складає в охолодженому стані за $t = 0...6^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% протягом 72 годин
Прогнозована оптова ціна за 1 шт	до 10 грн	Досягається за рахунок використання ОСВТ та залежить від вартості сировини для наповнювачів та оздоблення готових виробів

Реалізація інноваційного задуму потребує формалізації технології у вигляді моделі технологічної системи виробництва продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ (рис. 3.1).

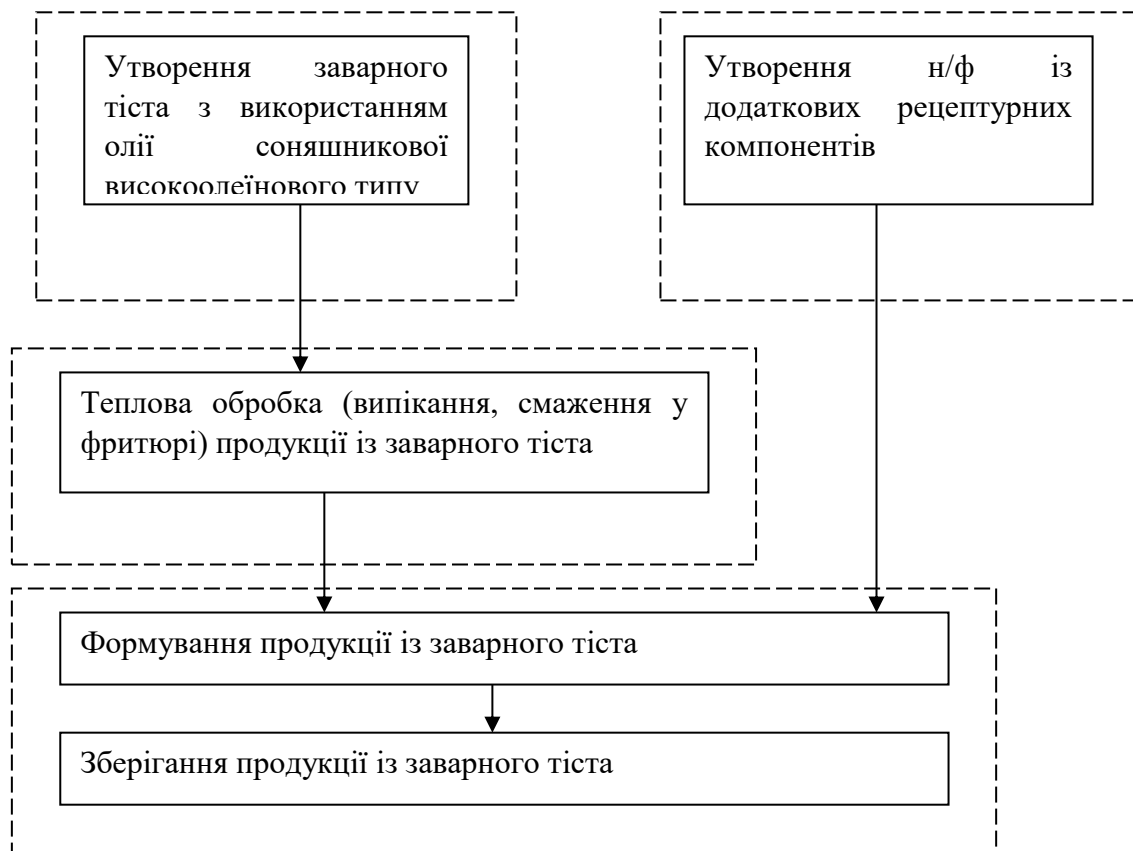


Рис. 3.1. Модель технологічної системи виробництва продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ

У межах моделі технологічної системи виробництва продукції із заварного тіста відокремлено окремі підсистеми (C_1 , C_2 , В, А) та встановлено функціональні зв'язки між ними, конкретні параметри яких потребують обґрунтування.

3.2 Дослідження впливу олії соняшникової високоолеїнового типу на структурно-механічні властивості заварного тіста та випечених з нього напівфабрикатів

У рамках дисертаційної роботи визначено, що реалізація технологічного процесу виробництва продукції із заварного тіста визначається переважно технологічними властивостями жирового компоненту, який здатен впливати на фізіологічну цінність, реологічні, структурно-механічні та фізико-хімічні властивості готової продукції. Одна із важливих операцій в технології продукції із заварного тіста – приготування тіста.

Враховуючи, що фізіологічна цінність та стійкість до окислення жирів в першу чергу залежить від жирнокислотного складу триацилгліцеринів, проведено порівняльну характеристику жирів, яку наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Порівняльна характеристика жирнокислотного складу жирів

Уміст жирних кислот, %	Назва жиру		
	Вершкове масло [197]	Маргарин [32]	Олія соняшникова високоолеїнового типу
1	2	3	4
Насичені жирні кислоти			
Масляна С4:0	4,07±0,12	0,43±0,013	-
Капронова С6:0	1,59±0,05	0,13±0,004	-
Каприлова С8:0	0,93±0,03	0,07±0,002	-
Капринова С10:0	1,99±0,06	1,02±0,03	-
Лауринова С12:0	5,75±0,17	0,71±0,02	-
Міристинова С14:0	12,39±0,37	1,84±0,05	-
Пальмітинова С16:0	27,31±0,82	13,70±0,4	3,93±0,11
Стеаринова С18:0	11,29±0,34	15,30±0,46	2,82±0,08
Ейкозенова С20:0	0,24±0,007	-	0,50±0,01
Бегенова С22:0	0,15±0,004	-	0,70±0,02
Всього насичених жирних кислот	65,71±1,97	33,2±0,99	7,95±0,24
Мононенасичені жирні кислоти			
Міристолеїнова С14:1	0,97	-	-
Пальмітолеїнова С16:1	1,40±0,04	2,54±0,07	0,180±0,005

Закінчення таблиці 3.2

1	2	3	4
Олеїнова С18:1	28,48±0,85 (цис-,транс- форми)	55,81±1,67	89,3±2,7
Всього мононенасичених жирних кислот	30,85±0,92	58,35±1,75	89,5±2,7
Поліненасичені жирні кислоти			
Лінолева С18:2 (цис-,транс- форми)	2,22± 0,06 (цис-,транс- форми)	10,72±0,32	2,0±0,06
Ліноленова С18:3	1,22±0,04 (цис-,транс- форми)	-	0,30±0,009
Всього поліненасичених жирних кислот	3,44±0,10	10,72±0,32	2,30±0,07

З даних таблиці 3.2 видно, що для вершкового масла характерна значна кількість насичених жирних кислот 65,7 %, що у 8,2 рази перевищує цей показник в ОСВТ. Жирнокислотний склад ОСВТ характеризується високим умістом ненасичених жирних кислот (з них більша частина мононенасичених жирних кислот 89,5 %), що перевищує цей показник у 2,9 рази від вершкового масла та у 1,5 рази від маргарину.

Результати проведених аналітичних та експериментальних досліджень свідчать, що за характером структури заварне тісто з використанням ОСВТ відноситься до пружньопластично-в'язких систем (граничне напруження зсуву та в'язкість більше 0) [12, 18-19]. За реологічними і текстурними ознаками (за класифікацією Мачихіна) – це зв'язана м'яка дисперсна система, типовими реологічними характеристиками якої є пластична в'язкість, зворотна (та незворотна) тиксотропія, в'язкість, в'язкопружність, а за текстурними – м'якість, еластичність [165].

Виходячи з вищевикладеного, одним із важливих завдань дослідження є визначення структурно-механічних властивостей, що впливають на процес формування продукту, та шляхи їх регулювання. З метою обґрунтування технологічних параметрів виробництва продукції із заварного тіста досліджено

вплив жирової сировини на структурно-механічні властивості заварного тіста та випечених з нього напівфабрикатів.

Реалізація функціонально-технологічних властивостей жирового компоненту є вагомим чинником в технології приготування заварного тіста, тому важливими з точки зору надання плинності систем є визначення їх деформації. Приготування зразків заварного тіста здійснювали за традиційною технологією, використовуючи традиційний набір рецептурних компонентів (борошно, яйця, сіль) та корегували вміст ОСВТ від 12 до 68 %.

На рис. 3.2 та табл. 3.3 наведено динаміку змін деформації заварного тіста з використанням ОСВТ залежно від вмісту жирового компоненту та води.

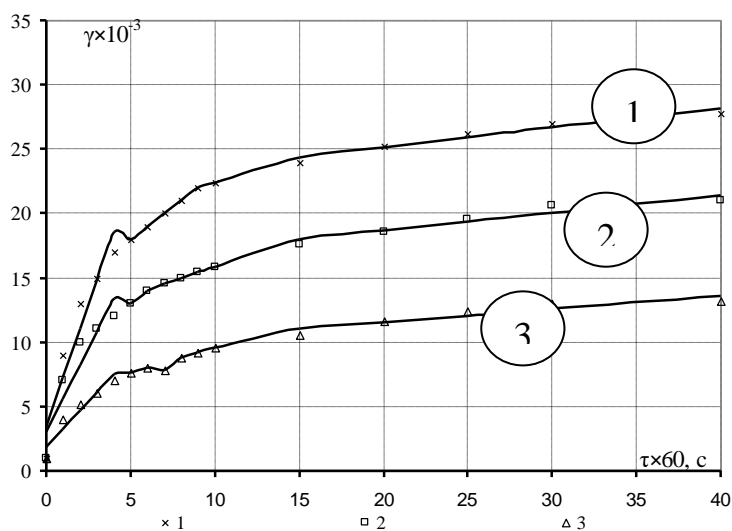


Рис. 3.2. Динаміка зміни деформації заварного тіста залежно від вмісту ОСВТ, %: 1 – 12; 2 – 32; 3 – 68

З даних, наведених на рис. 3.2, видно, що регулювання вмісту ОСВТ в межах 12...68 % призводить до збільшення швидкості зсуву. Відомо, що модуль пружності (G_{np}) характеризує здатність тіла чинити опір пропорційно його деформації і є мірою пружності, тобто спроможності тіла повертатися до початкового стану після припинення дії напруження, а модуль еластичності ($G_{ел}$) характеризує зникнення деформації в тілі з часом після зняття напруження і з підвищенням його значення свідчить про зменшення часу,

необхідного для зникнення деформації тіла [31]. Можна зробити висновок, що зразки заварного тіста з використанням ОСВТ є псевдопластичними рідинами, і для всіх зразків характерна наявність незворотної деформації плинну.

Таблиця 3.3

Зведені дані показників деформації зразків заварного тіста з використанням ОСВТ

Показник	Контроль	Вміст олії, %		
		12	32	68
1	2	3	4	5
Умовно миттєвий модуль пружності, $G_{np} \cdot 10^3$, Па	9,5	3,8	10,9	17,7
Вискоеластичний модуль $G_{ел.}$, 10^3 Па	1,7	0,6	2,5	4,2
Пластична в'язкість, $\eta_{пл} \cdot 10^3$, Па·с	1,3	0,52	1,4	1,9

З аналізу експериментальних даних (табл. 3.3) видно, що заміна вершкового масла (контроль) на ОСВТ, приводить до змін структурно-механічних властивостей тіста, а саме до зміцнення структури тіста, що пояснюється активною участю моногліцеридів та вільних ненасичених жирних кислот, які беруть участь в утворенні міцних комплексів з молекулами білків і крохмальних полісахаридів борошна.

Установлено, що зі збільшенням концентрації олії в заварному тісті від 12 до 68 % значення модуля пружності зростає відповідно у 4,6 рази. У той же час показник модуля еластичності зростає у 7 разів, що говорить про підвищення концентрації сухих речовин та утворення додаткових зв'язків. За концентрації олії 32 % та 68 % води значення модуля пружності й модуля еластичності цього зразка наближене до контролю (табл. 3.3).

Відомо, що олія, адсорбуючись на поверхні крохмальних зерен і міцел білків борошна, взаємодіє з компонентами борошна, забезпечуючи пластичність заварного тіста. З таблиці 3.3 видно, що значення пластичної

в'язкості, яка характеризує властивість структурованого матеріалу текти без руйнування під дією постійного напруження, залежить від вмісту олії в тісті, тобто з підвищенням концентрації олії від 12 до 68 % показник пластичної в'язкості зростає у 3,6 рази. Отримані дані можна пояснити збільшенням тонких пластифікуючих прошарків середовища в межах контакту часток.

Результати досліджень фізико-хімічних та технологічних властивостей випечених напівфабрикатів із заварного тіста (контроль) та з використанням ОСВТ наведено в табл 3.4.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні та технологічні властивості випечених напівфабрикатів із заварного тіста (контроль) та з використанням ОСВТ

Показник	Напівфабрикат, випечений із заварного тіста (контроль)	Напівфабрикат, випечений із заварного тіста, з використанням ОСВТ
Об'єм, $V \cdot 10^6$, м ³	177,9±1,0	185,8±0,2
Питомий об'єм, $V_{\text{пит}} \cdot 10^3$, м ³ /кг	4,5±0,1	7,3±0,2
Формостійкість, H/D, ум. од.	0,8±0,1	1,00±0,2
Об'єм порожнини, $V_{\text{порож}} \cdot 10^6$, м ³	152,9±1,0	162,3±2,0
Об'ємна пористість, %	86,8±0,2	86,5±0,2
Упікання, У, %	41,0±1	39,0±1
Усушка, У _с , %	10,5±0,3	4,4±0,1

Як видно з таблиці 3.4, заміна вершкового масла на ОСВТ приводить до покращення структурно-механічних властивостей н/ф випеченого із заварного тіста, а саме до збільшення об'єму на 4,4%, питомого об'єму на 62%, формостійкості – 17,6%, об'єму порожнини – 6,0%. Висока активність ненасичених жирних кислот в комплексоутворенні з білками і крохмальними полісахаридами дозволяє зробити припущення про високу участь олії

соняшникової високоолеїнового типу у формуванні структури тіста. Слід зауважити, що утворені комплекси забезпечують утримання вологи, в результаті чого зменшується упікання та усушка на – 5% і 42% відповідно.

Співвідношення рецептурної кількості жирової та водної фази суттєво впливає на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники якості продукції та харчову цінність, зокрема енергетичну. Визначення оптимального рецептурного складу тіста з метою досягнення необхідних показників якості готової продукції є складним технологічним завданням і його рішення доцільно проводити на основі сучасних методів дослідження, до яких у першу чергу відносяться методи активного планування експерименту та математичного моделювання. Приймаючи до уваги складність взаємозв'язків між вхідними (складовими рецептури) та вихідними (показником якості) змінними готового продукту, що не дає у повній мірі використати основні фізико-хімічні закони та певну невизначеність параметрів сировини, що буде перероблятися, дослідження розробки рецептури доцільно будувати на основі регресійних співвідношень. Використання такого підходу дає можливість знайти співвідношення між вхідними та вихідними змінними розроблюваного продукту, які у середньому вірно відтворюють ці залежності. Крім того, за рахунок використання сучасної теорії планування експерименту, що полягає у проведенні цілеспрямованих дослідів, можна зменшити кількість експериментів та скоротити загальний термін проведення досліджень.

Загальне рішення цієї проблеми складається з двох етапів: на першому етапі шляхом проведення цілеспрямованих експериментів знаходять об'єктивні залежності між компонентами рецептури готового продукту і значеннями показника якості (питомий об'єм виробу). Визначення цих залежностей дає можливість отримати математичну модель процесу. Здобута модель дає перше уявлення щодо наявності зв'язків між вхідними (рецептура) та вихідними (показником якості) параметрами продукту, що розробляється.

На другому етапі досліджень шляхом використання методів оптимізації, на основі здобутої математичної моделі, знаходять імовірні співвідношення

рецептурних компонентів майбутньої продукту які дозволяють максимально наблизитись до бажаних значень показників якості продукції.

На останньому етапі остаточно перевіряють оптимальне співвідношення компонентів в рецептурі на відповідність встановленим показникам якості і за необхідності проводять корегування. У більшості випадків це необхідно для уточнення показників органолептичного спрямування, тому що вони під час побудови математичної моделі визначаються суб'єктивно і можливі деякі відхилення остаточної показників якості у порівнянні з початковими вимогами.

Метою побудови математичної моделі є знаходження відповідних аналітичних залежностей між вхідними та вихідними показниками готового продукту. Використання методів активного планування проведення експериментальних досліджень під час створення математичної моделі може суттєво зменшити обсяг проведення експериментальних досліджень.

Технологічний процес створення заварного тіста визначається двома вхідними змінними, які визначають рецептуру, та вихідним показником – питомим об'ємом виробу, який визначає якість готового продукту. Під час створення рецептури як вхідних змінних було використано наступні величини: x_1 – кількість олії соняшnikової високоолеїнового типу, x_2 – кількість води. Ці дані були відібрані шляхом аналізу певних літературних джерел. Також на основі аналізу показником якості тіста було обрано питомий об'єм н/ф, випеченого із заварного тіста Y . Для опису залежностей між вихідними змінними і вхідними параметрами було обрано квадратичну модель виду

$$Y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_2 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_1 \cdot x_2, \quad (3.1)$$

де Y – питомий об'єм напівфабрикату, випеченого із заварного тіста; a_i – коефіцієнти математичної моделі; $i = 1 \dots 6$; x_1 – кількість ОСВТ; x_2 – кількість води

Використання моделі виду (3.1) дає можливість знайти, у певному розумінні, найкращі відповідності щодо показників проведення технологічного процесу та показниками якості готової продукції.

Згідно з загальною теорією проведення експериментальних досліджень для визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту необхідно скласти план експерименту (табл. 3.5). В цій таблиці відтворюються всі можливі сполучення між вхідними змінними, які можуть приймати три різних значення.

Таблиця 3.5

Таблиця плану експерименту

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X1	1	1	-1	-1	0	-0	-1	0	0
X2	1	-1	1	-1	-1	1	0	1	0

Як вхідні змінні у табл. 3.5 використовуються кодовані значення, які знаходяться з виразу

$$X_i = \frac{x_i - \frac{x_{i\max} + x_{i\min}}{2}}{\frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{2}}, \quad (3.2)$$

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

За допомогою перетворення (3.2) діапазон вхідних змінних дорівнює $(-1 - 1)$ і дає можливість швидко попередньо оцінити вагомість коефіцієнтів математичної моделі.

Після визначення таблиці експерименту на її основі створюється матриця експерименту F , яка враховує обраний вид математичної моделі і використовується для подальших розрахунків. У кожній точці експерименту

проводилось не менше двох вимірювань з метою зменшення впливу похибок вимірювання і для подальшого обчислення коефіцієнтів моделі враховувалося 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 технологічного процесу.

Визначення коефіцієнтів моделі проводилося за формулою

$$a = (F^T F)^{-1} F^T Y, \quad (3.3)$$

де Y – матриця даних експерименту.

Визначені коефіцієнти математичної моделі для кодovаних вхідних змінних мають наступні значення: $a=(7,28; 0,283; 0,03; -0,102; -1,17; -0,1)$.

Остаточний вигляд математичної моделі в кодovаних значеннях має вигляд:

$$Y = 7,28 + 0,283 \cdot x_1 + 0,03 \cdot x_2 - 0,102 \cdot x_1^2 - 1,17 \cdot x_2^2 - 0,1 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Здобуті коефіцієнти не мають суттєвої різниці за величиною, і, тому, для подальшого дослідження доцільно їх всіх враховувати.

Метою подальшого дослідження є знаходження таких значень величин X_1 та X_2 , коли показник якості Y буде досягати свого найбільшого значення на всій можливій множині зміни вхідних параметрів.

Для знаходження цих значень буде використана функція Maximize математичного пакету MATHCAD [6] що обчислює функцію за формулою

$$Y(X_1, X_2) \rightarrow \max_{X \in \Omega}, \quad (3.4)$$

де $Y(X_1, X_2)$ – загальний критерій якості, Ω – множина дозволених значень X_1 та X_2 щодо використаного критерію.

За проведеними розрахунками було встановлено, що найкращі значення кодovаних змінних рецептури дорівнюють $X_1 = 0,139$; $X_2 = 0,008$. Природні значення рецептури мають наступні показники:

$$x_1=32\%; \quad x_2=68\%.$$

Слід зазначити, що точність визначення параметрів рецептури значною мірою зумовлені значенням та стабільністю окремих її компонентів. Тому, якщо осереднені технологічні показники значення компонентів рецептури, що надходять на переробку, можуть дещо відрізнятись від значень, що використовувалися під час розробки та досліджень математичних моделей. Тому доцільно провести ще додаткові досліді, з різними партіями продуктів з метою уточнення коефіцієнтів математичної моделі для певної групи виробників і на цій основі визначити рекомендації щодо значень рецептури. Після проведення додаткових експериментів остаточні значення рецептури можна рекомендувати наступними значеннями: $x_1 = 32\%$, $x_2 = 68\%$.

Максимальне значення питомого об'єму, що розраховано програмою, дорівнює $Y=7,3$ (см³/г).

Графічну інтерпретацію математичної моделі наведено на рисунку 3.3.

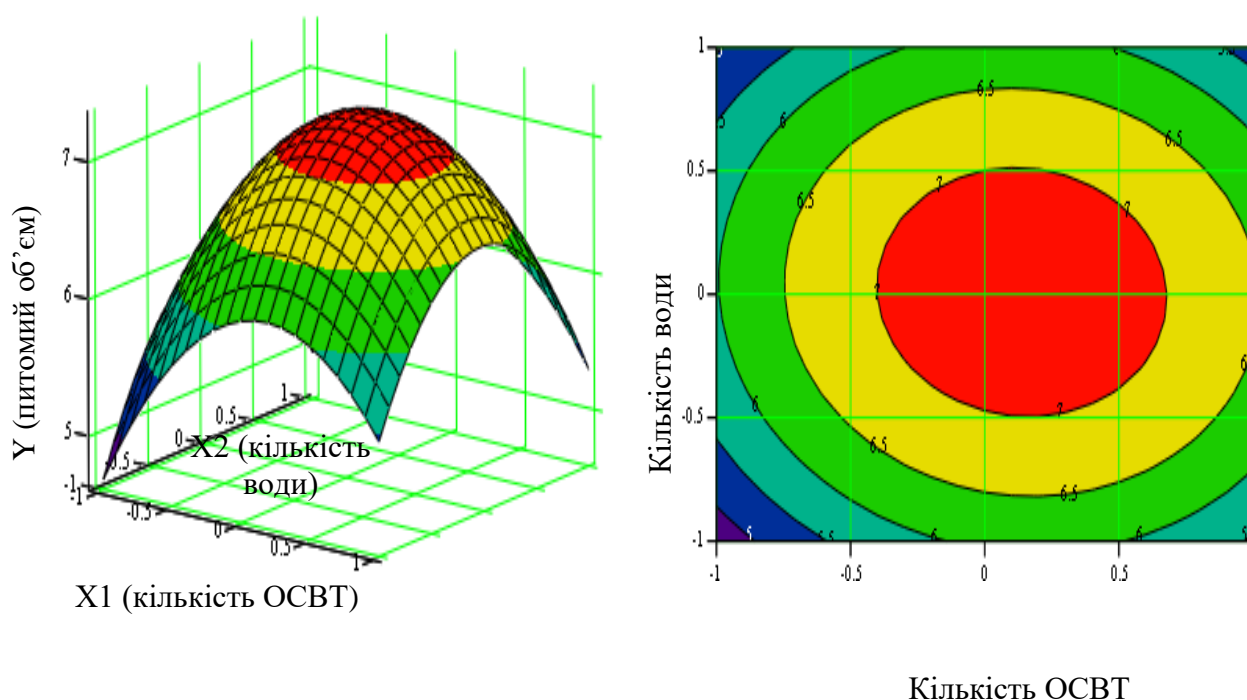


Рис. 3.3. Відгук критерію оптимізації питомого об'єму напівфабрикатів із заварного тіста на зміну чинників варіювання – співвідношення олія:вода

Як свідчать результати оптимізації, н/ф, випечений із заварного тіста з використанням ОСВТ, має наступні інтервали оптимізаційних параметрів (рис. 3.1): 100% – заміна вершкового масла на ОСВТ із кількісним співвідношенням рецептурних компонентів «ОСВТ – вода» 1,0:2,3, тобто при $x_1 = 32\%$, $x_2 = 68\%$ досягається найкращий показник питомого об'єму готових виробів $Y = 7,3 \text{ см}^3/\text{г}$.

3.3 Розробка технології продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу

Проведений комплекс теоретичних та експериментальних досліджень (підрозділ 3.1) дозволив розробити принципову та технологічну схему виробництва заварного тіста з використанням ОСВТ.

В основу розробки технологічного процесу виробництва продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ покладено системний підхід, згідно з яким технологічну систему можна поділити на декілька підсистем, функціонування яких приводить до отримання нової продукції [230].

Технологічний процес виробництва продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ складається з таких підсистем: А – «Утворення готової продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу», В – «Утворення н/ф, випеченого із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу», C_1 – «Утворення н/ф заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу», C_2 – «Підготовка наповнювачів», C_3 – «Підготовка оздоблювальних н/ф», D – «Підготовка рецептурних компонентів».

Функціонування системи забезпечується функціонуванням окремих підсистем відповідно до поставлених завдань. Слід відмітити, що послідовний перехід від однієї підсистеми до іншої забезпечує отримання кінцевого продукту із заданими властивостями. Структура технологічної системи подано в табл. 3.6.

Структура технологічної системи та мета функціонування її складових

Позначення підсистеми	Підсистема	Мета функціонування підсистеми
1	2	3
A	Утворення готової продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу	Отримання продукції із заварного тіста з заданими властивостями, з метою їх подальшої реалізації в роздрібній торговій мережі та ЗРГ
B	Утворення «Н/ф випечений із заварного тіста»	Отримання н/ф з бажаними характеристиками за рахунок реалізації температурних параметрів
C ₁	Утворення н/ф «Заварне тісто»	Отримання багатокомпонентної суміші, що забезпечує формування необхідних структурно-механічних, органолептичних властивостей н/ф та його харчової цінності
C ₂	Підготовка начинки	Підготовка начинки з метою формування асортименту, органолептичних показників, харчової цінності готової продукції
C ₃	Підготовка оздоблювача	Підготовка оздоблювача з метою формування асортименту, органолептичних показників
D	Підготовка рецептурних компонентів	Підготовка компонентів системи з метою формування органолептичних показників, фізико-хімічних, структурно-механічних властивостей та харчової цінності готової продукції
Примітка: перелік необхідних технологічних операцій визначається у кожному конкретному випадку окремо		

Підсистема D – «Підготовка рецептурних компонентів», передбачає отримання рецептурних компонентів з урахуванням заданого співвідношення та обробки. Основними рецептурними компонентами для приготування продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ є борошно пшеничне вищого ґатунку, вода, ОСВТ, яйця, наповнювачі та оздоблювальні н/ф залежно від рецептури. Обґрунтовано співвідношення рецептурних компонентів продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ: борошно пшеничне –

24±1,2, вода – 23±1,2, ОСВТ – 10±0,5, яйця – 42±2,1, що функціонально забезпечує структуроутворення рецептурної суміші та її властивості. Наявність ліпідів корегує структурно-механічні, фізико-хімічні властивості заварного тіста, дає можливість утворювати пластичну структуру з певними показниками адгезійної напруги.

Підсистема С₃ «Підготовка оздоблювача» для продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ. У межах цієї підсистеми обґрунтовано вибір оздоблювачів, що формують асортимент та корегують харчову цінність нової продукції, їх підготовку відповідно до технологічного процесу виробництва, визначено їх харчову цінність. Як оздоблювачі використано: горіхи та глазур. Підготовка оздоблювачів (приймання сировини, механічна кулінарна обробка, теплова обробка) здійснюється за традиційними технологіями.

У рамках підсистеми С₂ «Підготовка начинки» для наповнювання випечених н/ф із заварного тіста, обґрунтовано вибір наповнювачів, що формують асортимент та корегують харчову цінність нової продукції, їх підготовку відповідно до технологічного процесу виробництва, визначено їх харчову цінність. Як наповнювачі використано: солодкі креми та закусочні пасти. Підготовка начинки (приймання сировини, механічна кулінарна обробка, теплова обробка) з отриманням проміжних напівфабрикатів здійснюється за традиційними технологіями, що реалізуються в підприємствах ресторанного господарства.

Підсистема С₁ Утворення н/ф «Заварне тісто» з використанням ОСВТ. У межах цієї підсистеми здійснюється заварювання тіста. На першому етапі з'єднується вода та ОСВТ у співвідношенні 2,3:1 відповідно і доводиться до кипіння $t = 98 \pm 2^\circ\text{C}$, сіль та пшеничне борошно поступово додаються до киплячої водно-олійної суміші, заварювання проводиться за $t = 80 \dots 85^\circ\text{C}$ протягом $\tau = (3 \dots 5) \times 60$ с. Отриманий н/ф «Заварне тісто» охолоджується до $t = 60 \dots 65^\circ\text{C}$. До охолодженого н/ф «Заварного тіста» додається н/ф «Яйця с.-г. птиці» і перемішується.

Підсистема В Утворення «Н/ф випечений із заварного тіста», передбачає формування та теплову обробку н/ф «Заварного тіста» з дотриманням режимів термічної обробки. Н/ф «Заварне тісто» випікають спочатку за $t = 220 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом $\tau = (15 \dots 20) \times 60$ с, а потім за $t = 180 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом $\tau = (15 \dots 20) \times 60$ с. Випечений н/ф із заварного тіста охолоджується до $t = 20 \dots 25^\circ\text{C}$. Застосування термічної обробки дозволить реалізовувати цю страву у закладах ресторанного господарства.

Підсистема А «Утворення готової продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу», передбачає наповнення та оздоблення випеченого напівфабрикату із заварного тіста .

Нами розроблено ТУ У 10.7-01566330-311:2015 «Вироби борошняні кондитерські із заварного тіста» асортимент кулінарної продукції (Додаток Б та ТУ) [226-227]. Розширення асортименту може бути здійснене таким шляхом:

- використання різного виду начинок;
- використання різних оздоблювачів;
- зміни форми виробів.

Розроблено принципову технологічну схему процесу отримання продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ (рис. 3.4).

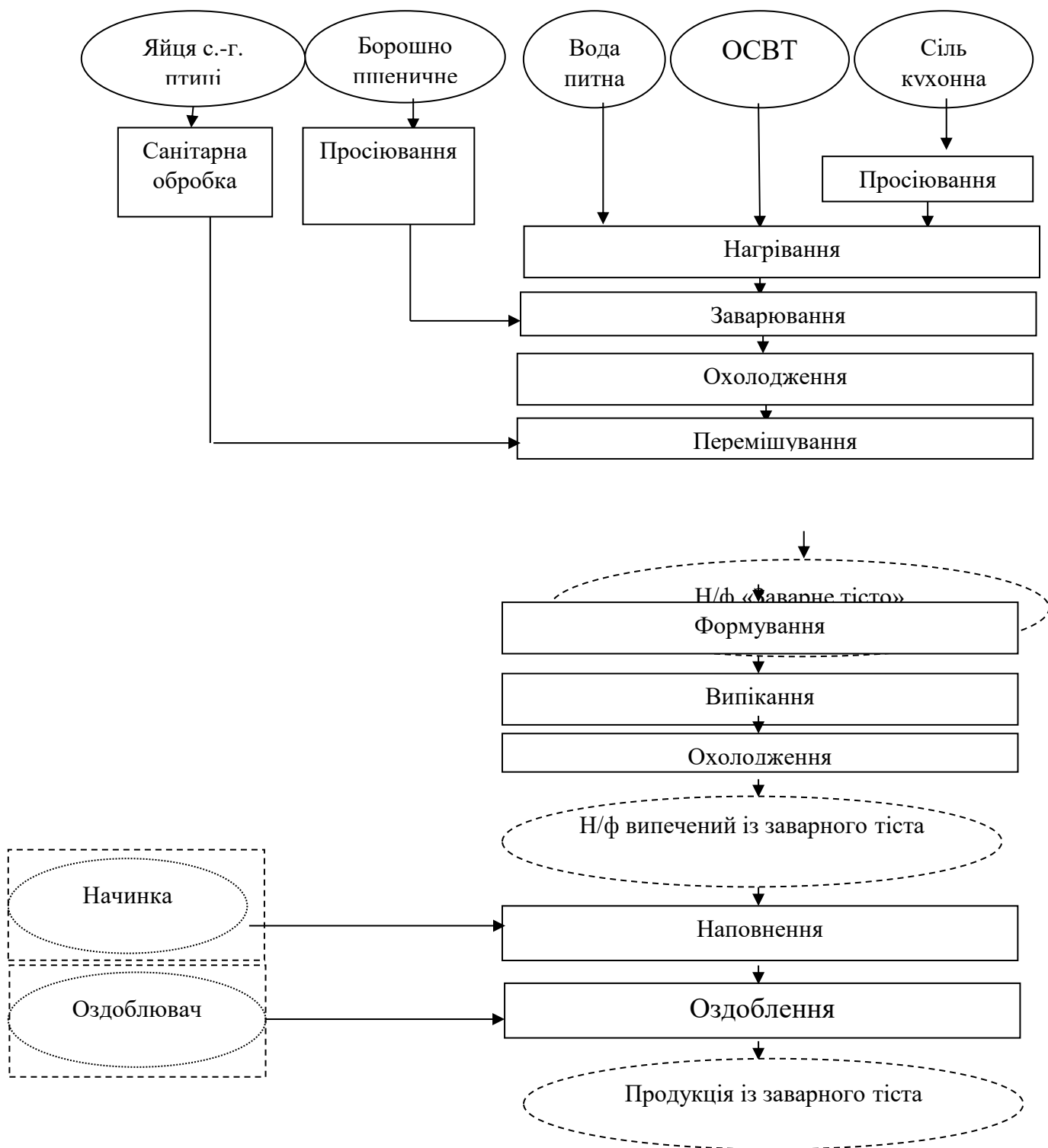


Рис. 3.4. Принципова технологічна схема продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ

У таблиці 3.7 наведено рецептури продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ. Технологічну схему виготовлення «Продукції із заварного тіста» з використанням ОСВТ наведено (рис. 3.5)

Рецептури й норми витрат сировини на 100 шт продукції із заварного тіста

Сировина	Витрата сировини на 100 шт, г											
	Н/ф випечений із заварного тіста		Шу з кремом із лосося		Тістечко заварне «Білочка»		Тістечко заварне «Натхнення»		Тістечко заварне «Спокуса»		Тістечко заварне «Мелані»	
	В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Борошно пшеничне	490,0	418,9	490,0	418,9	490,0	418,9	490,0	418,9	490,0	418,9	490,0	418,9
ОСВТ	208,0	207,7	208,0	207,7	208,0	207,7	208,0	207,7	208,0	207,7	208,0	207,7
Яйця с.-г. птиці	846,0	228,4	846,0	228,4	846,0	228,4	846,0	228,4	846,0	228,4	846,0	228,4
Сіль кухонна	6,1	5,8	8,1	7,8	6,1	5,8	6,1	5,8	6,1	5,8	6,1	5,8
Масло вершкове	-	-	-	-	1591,0	1336,4	1366,0	1147,0	1366,0	1147,0	-	-
Молоко згущене	-	-	-	-	546,0	404,0	546,0	404,0	546,0	404,0	-	-
Коньяк	-	-	-	-	4,5	-	4,5	-	4,5	-	-	-
Пудра цукрова	-	-	-	-	729,0	727,9	947,0	944,0	947,0	944,0	-	-

Закінчення таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ядра горіхів волоських	-	-	-	-	476,0	464,1	-	-	124,0	120,0	-	-
Шоколад	-	-	-	-	874,0	830,3	-	-	-	-	-	-
Кава	-	-	-	-	-	-	124,0	117,0	-	-	-	-
Диня	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000,0	200,0
Цукор білий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	888,0	885,0
Вершки 20 % жирності	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600,0	180,0
Сир кисломолочний, 9% жирності	-	-	2000,0	540,0	-	-	-	-	-	-	748,0	201,0
Лосось с/с	-	-	3000,0	1380,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Сметана 20%	-	-	500,0	135,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Перець чорний мелений	-	-	2,0	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Сік лимону	-	-	2,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього сировини на н/ф	1550,0	860,0	7056,1	2919,9	5770,6	4623,4	4537,0	3472,0	4537,0	3475,0	4786,0	2326,0
Вихід готової продукції	1000,0	822,0	6500,0	2689,8	5594,8	4419,0	4201,3	3319,0	4205,0	3322,0	2814,7	2223,6

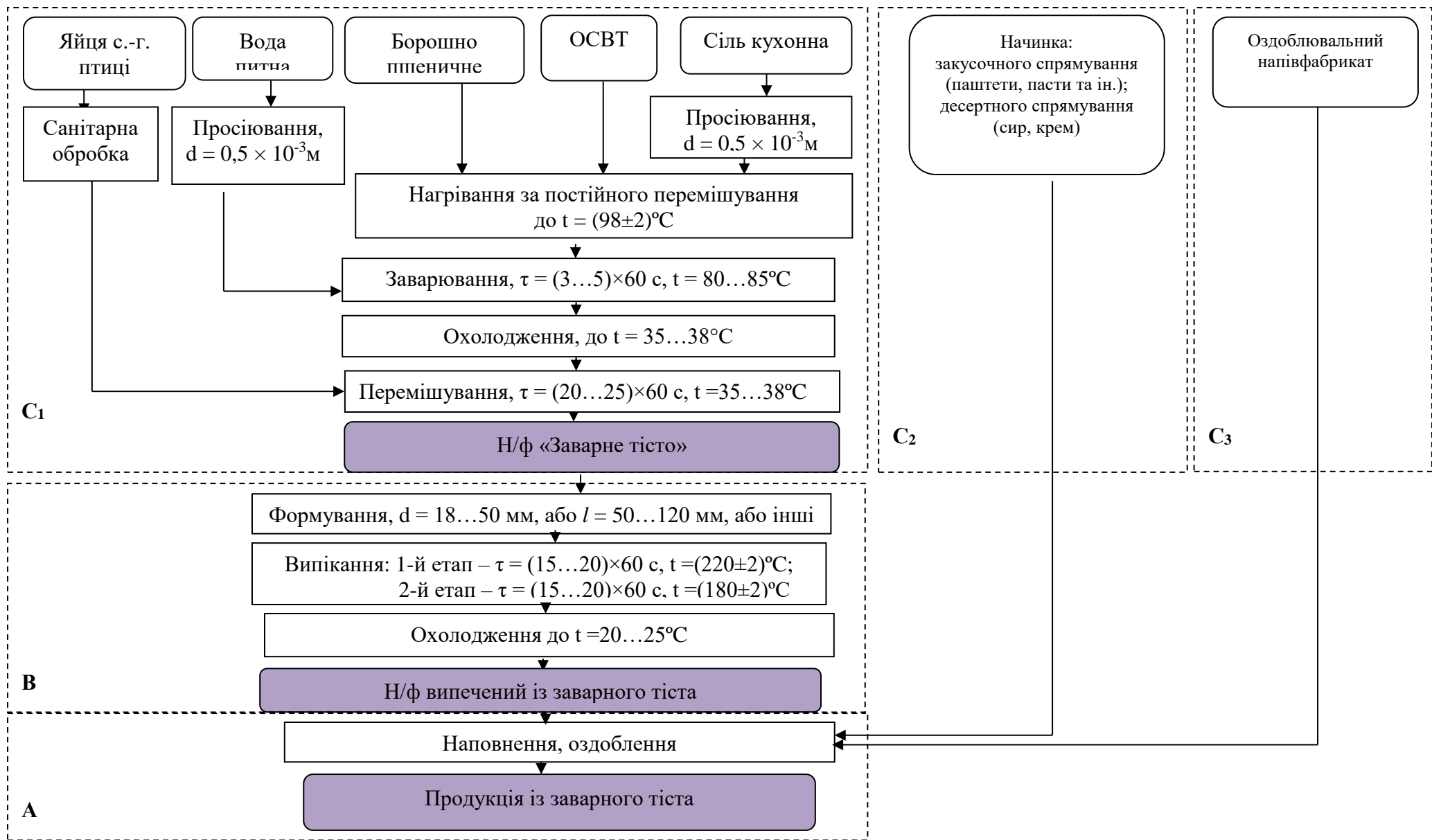


Рис. 3.5. Технологічна схема виготовлення продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ

На розроблену кулінарну продукцію розроблено й затверджено в установленому порядку технологічну інструкцію та технологічні картки на їх виготовлення (додаток Б).

У таблиці 3.8 наведено порівняльну характеристику продукції із заварного тіста

Таблиця 3.8

Порівняльна характеристика продукції із заварного тіста

Показник	Найменування продукції із заварного тіста					
	Н/ф випечений із заварного тіста»	Шу з кремом із лосося	Тістечко заварне «Білочка»	Тістечко заварне «Натхнення»	Тістечко заварне «Спокуса»	Тістечко заварне «Мелані»
Вид оздоблення	-	-	Шоколадна глазур, смажені горіхи	Цукрова пудра	Смажені горіхи	Вершкова глазур
Вид наповнювача	-	Крем із лосося	Вершковий крем	Вершково-кофейний крем	Вершково-горіховий крем	Творожний крем із динею
Співвідношення н/ф та наповнювача	-	1:5,5	1:5,5	1:4,4	1:4,2	1:2,8
Вихід продукції, г	10±2	55±2	55±2	44±2	42±2	28±2
Умови реалізації	В охолодженому стані за $t = 0...6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $W = 70...75\%$ н/ф випечений – протягом $72 \times 60^2\text{ c}$; вироби з начинками – $12 \times 60^2\text{ c}$					

Особливістю розглянутої моделі є її багатофункціональність, тобто її можна реалізувати як в спеціалізованих цехах харчових виробництв, так і в умовах підприємств ресторанного господарства.

Таким чином, розробка концептуальної моделі технологічної системи виробництва продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ дозволила визначити мету і завдання кожного з етапів її виробництва і надати можливість діагностування цієї технологічної схеми.

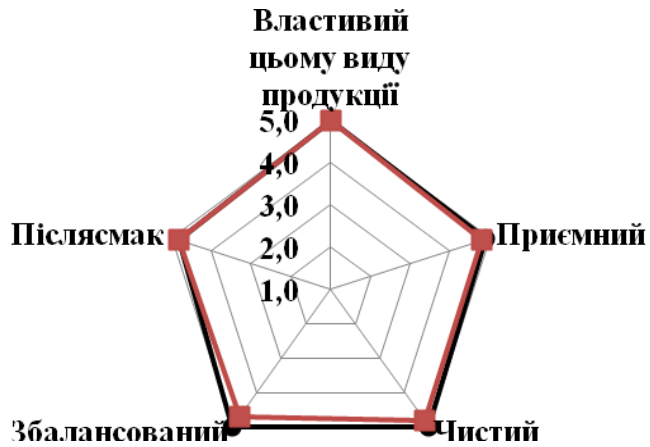
3.4 Дослідження основних показників якості та безпечності продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу

Зважаючи на те, що продукція із заварного тіста з використанням ОСВТ є новим продуктом на ринку харчових продуктів, а також з тим, що функціонування підсистем може привести до отримання продуктів з різним рівнем якості, вважали за доцільне дослідити основні показники якості: органолептичні, фізико-хімічні, поживні, а також показники безпечності (мікробіологічні, токсикологічні) в межах підсистеми А. Дослідження основних характеристик та органолептичних показників якості продукції із заварного тіста, здійснювали на основі розробки шкали сенсорної оцінки. Для порівняння обрано випечені н/ф із заварного тіста з використанням ОСВТ та н/ф із заварного тіста з використанням вершкового масла (контроль). Результати наведено у таблиці 3.9 та зображено у вигляді профілів зовнішнього вигляду, кольору, вигляду у розломі, смаку та запаху (рис. 3.6)

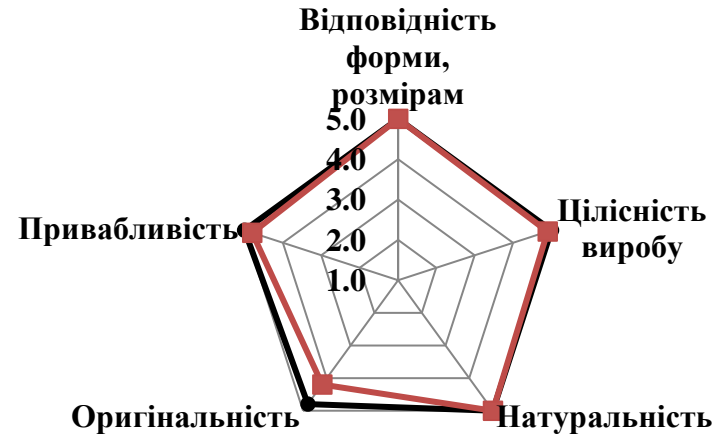
Таблиця 3.9

Результати сенсорної оцінки напівфабрикату, випеченого із заварного тіста

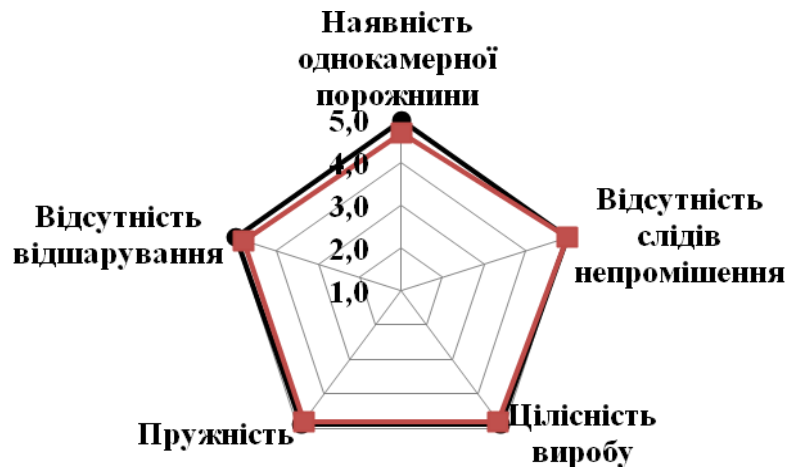
Показник	№ дескриптора	Коефіцієнт вагомості дескриптора	Характеристика	Оцінка в балах	
				контроль	розробка
Зовнішній вигляд	1	0,2	Відповідність форми, розмірам	5,0	5,0
	2	0,2	Цілісність виробу	4,9	5,0
	3	0,2	Натуральність	5,0	5,0
	4	0,2	Оригінальність	4,2	4,8
	5	0,2	Привабливість	4,8	5,0
Сумарна оцінка				4,78	4,96
Коефіцієнт вагомості показника				0,3	0,3
Підсумкова оцінка за показником				1,43	1,48
Колір	1	0,2	Властивий цьому виду продукції	4,9	5,0
	2	0,2	Відсутність підгорілості	5,0	5,0
	3	0,2	Однорідність кольору	4,7	5,0
	4	0,2	Насиченість кольору	4,8	5,0
	5	0,2	Натуральність кольору	4,7	4,9
Сумарна оцінка				4,82	4,99
Коефіцієнт вагомості показника				0,3	0,3
Підсумкова оцінка за показником				1,44	1,49
Вигляд виробу у розломі	1	0,2	Наявність однокамерної порожнини	4,7	5,0
	2	0,2	Відсутність слідів непромішення	5,0	5,0
	3	0,2	Цілісність виробу	4,8	5,0
	4	0,2	Пружність	4,8	4,9
	5	0,2	Відсутність відшарування	4,8	5,0
Сумарна оцінка				4,82	4,99
Коефіцієнт вагомості показника				0,2	0,2
Підсумкова оцінка за показником				0,96	0,99
Смак та запах	1	0,1	Властивий цьому виду продукції	5,0	5,0
	2	0,3	Приємний	4,8	5,0
	3	0,2	Чистий	4,8	5,0
	4	0,2	Збалансований	4,7	5,0
	5	0,2	Післясмак	4,8	4,8
Сумарна оцінка				4,82	4,96
Коефіцієнт вагомості показника				0,2	0,2
Підсумкова оцінка за показником				0,96	0,99
Всього				4,79	4,95



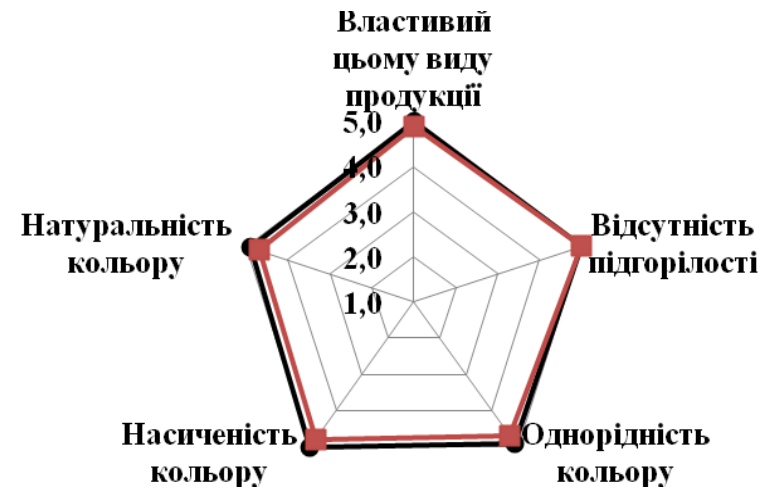
а) ■ - контроль; ○ - розробка



б) ■ - контроль; ○ - розробка



- контроль; ○ - розробка



г) ■ - контроль; ○ - розробка

Рис. 3.6. Органолептичні профілі напівфабрикату, випеченого із заварного тіста: зовнішній вигляд(а); колір (б); вигляд виробу у розрізі (в); смак та запах (г)

Зовнішній вигляд продукції із заварного тіста передбачає цілісний виріб, що відповідає формам та розміру, з чистою або оздобленою поверхнею. Колір випечених заварних виробів насичений, однорідний та натуральний, властивий цьому виду продукції. Вигляд у розрізі вироби мають однокамерну порожнину, що заповнена начинкою. Смак та запах продукції із заварного тіста збалансований, чистий та залишає приємні післясмакові відчуття.

Харчова цінність продуктів визначається вмістом у них білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів. За широкого асортименту продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ вміст харчових речовин у кожному конкретному випадку буде індивідуальним, проте, коливання абсолютних значень будуть невеликими.

Фізико-хімічні показники готової продукції та напівфабрикату, що від-повідають вимогам, зазначеним в нормативній документації, наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Фізико-хімічні показники продукції із заварного тіста

Фізико-хімічні показники	Н/ф випечений із заварного тіста контроль	Н/ф випечений із заварного тіста з використанням ОСВТ	Шу з кремом із лосося	Тістечко заварне «Натхнення»	Тістечко заварне «Спокуса»	Тістечко заварне «Мелані»	Тістечко заварне «Білочка»
Масова частка вологи, %	19±0,9	17,0±0,8	45,0±2,7	66,0±3,3	66,0±3,3	77,0±3,8	55,0±2,7
Масова частка жиру, % у перерахунку на суху речовину	32,5±1,6	34,0±1,3	53,0±1,3	54,0±1,3	56,0±1,3	46,0±1,3	53,0±1,3
Масова частка загального цукру у перерахунку на суху речовину (за сахарозою), %	-	-	17,5±0,5	35,0±0,5	35,0±0,5	55,0±0,5	21,0±0,5

Аналіз результатів дослідження показує, що масова частка вологи в продукції із заварного тіста (контроль) становить 19±0,9%, у той час, як у продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ знаходиться в межах 17,0...77,0%, залежить

від наповнювача і теплової обробки. Вміст жиру у випеченому напівфабрикаті із заварного тіста вищий за контрольний зразок на 1,5% і становить $34,0 \pm 0,3\%$. Для готової продукції вміст жиру – 46,0...56,0%, вміст цукру залежить від виду наповнювача і становить 17,5...55,0%.

У таблиці 3.11 наведено дані харчової та біологічної цінності продукції із заварного тіста.

Таблиця 3.11

Поживна та енергетична цінність 100 г продукції із заварного тіста

Продукт	Поживна (харчова) цінність, 100 г			Енергетична цінність (калорійність) (ккал)
	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	
Н/ф випечений із заварного тіста контроль	10,7	19,8	23,4	1292,5 / 308,7
Н/ф випечений із заварного тіста з використанням ОСВТ	10,6	20,9	23,2	1352,6 / 323,3
Шу з кремом із лосося	16,6	12,2	5,5	823,96 / 196,8
Тістечко заварне «Білочка»	7,8	45,1	28,4	1953,0 / 466,8
Тістечко заварне «Натхнення»	5,4	36,7	16,6	1329,6 / 317,8
Тістечко заварне «Спокуса»	5,4	38,3	33,9	2007,9 / 479,9
Тістечко заварне «Мелані»	7,0	13,8	33,7	1617,1 / 386,5

З метою визначення мікробіологічних показників проведено дослідження на наявність мезофільних анаеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, патогенних мікроорганізмів, у т.ч. бактерій роду сальмонели, а також пліснявих грибів. Результати мікробіологічних досліджень наведено в табл. 3.12.

Мікробіологічні показники продукції із заварного тіста

Показник	Допустимі рівні (згідно з МБТ)	Контроль	Результати досліджень
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не допускаються	відсутні	відсутні
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше	$5,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
Staph aureus, в 0,1г	Не допускаються	відсутні	відсутні
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду сальмонела, в 25г	Не допускаються	відсутні	відсутні

З даних таблиці 3.12 видно, що незалежно від жирової складової мікробіологічні показники знаходяться в межах норми.

У цей час у зв'язку зі складним екологічним становищем під час розробки технології нових продуктів значну увагу приділяють показникам безпечності, які характеризують наявність у харчових продуктах токсичних елементів і мікотоксинів. Результати токсикологічних досліджень наведено в табл. 3.13 і 3.14.

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів у продукції із заварного тіста

Показник	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Фактичний вміст, мг/кг
Токсичні елементи:		
Свинець	0,50	$0,06 \pm 0,01$
Миш'як	0,20	Не виявлено
Кадмій	0,10	$0,02 \pm 0,001$
Ртуть	0,02	Не виявлено
Мідь	10,00	$0,50 \pm 0,01$
Цинк	30,00	$5,2 \pm 0,02$

Технологічні показники продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ наведено в таблиці 3.14.

Технологічні показники продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ

Показник	Характеристика показника
Маса напівфабрикату, 1 шт, г	15 ± 2
Масова частка наповнювача, %	$(72...76) \pm 2$
Маса готового виробу, 1 шт, г	$(40...50) \pm 2$
Утрати під час теплової обробки, %	40 ± 5

Розроблена продукція із заварного тіста з використанням ОСВТ виставлялась на дегустаціях, виставках, ярмарках, де здобула високу оцінку фахівців галузі.

Продукція із заварного тіста з використанням ОСВТ характеризуються як повноцінний продукт харчування за основними складовими, а можливість додавання біологічно-активних компонентів дозволяє не лише розширити асортимент, а і надати їй у деяких випадках функціонального призначення.

3.5 Обґрунтування термінів та умов зберігання продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу

Продукція із заварного тіста з використанням ОСВТ, як і інші продукти, що містять в своєму складі рідинні та жирові компоненти, наповнювачі тваринного чи рослинного походження відноситься до продукції з обмеженим терміном зберігання. Кількісний та якісний склад мікрофлори є одним з важливих критеріїв оцінки якості продукції і разом з технологічними показниками характеризує можливі порушення, що відбуваються під час технологічного процесу її виробництва, зберігання та реалізації.

У процесі зберігання продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ типу можуть розвиватися патогенні мікроорганізми роду сальмонела, *Listeria monocytogenes*, що викликають харчові отруєння, різноманітні види дріжджів, які надають продуктам дріжджовий присмак, плісняві гриби. З метою подовження терміну зберігання та запобігання швидкого псування цю кулінарну продукцію

необхідно зберігати за низьких температур. З даних літератури [165-166] відомо, що для охолоджених продуктів рекомендовано температуру зберігання 0...6 °С за відносної вологості повітря 70...75 %. Саме такі умови гнітюче впливають на ріст мікроорганізмів та бактерій.

Для визначення термінів зберігання розробленої продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ вивчено мікробіологічні показники відразу після її виготовлення й у процесі зберігання.

Дані мікробіологічних досліджень охолодженої продукції із заварного тіста (Напівфабрикат випечений із заварного тіста (контроль / розробка) та продукція із заварного тіста з наповнювачем (контроль / розробка)) наведено в табл. 3.15 та 3.16

Аналіз даних таблиць 3.15 та 3.16 свідчить, що на момент виготовлення та протягом зберігання ($t = 0...6^{\circ}\text{C}$, $\tau = (0...72) \times 60^2$ с) всі зразки відповідали нормативній документації. Встановлено, що показники загального мікробіологічного забруднення і кількості дріжджів в експериментальних зразках змінюються в межах встановлених норм. Патогенну мікрофлору (мікроорганізми роду сальмонела, *Listeria monocytogenes*) протягом зазначеного часу в дослідних зразках не виявлено. Також в зразках зазначеного об'єму не виявлено пліснявих грибів.

Таблиця 3.15

Мікробіологічні показники
н/ф «Випечений із заварного тіста» впродовж зберігання

Показник	Умови та терміни зберігання								Допустимі рівні (згідно з МБВ)
	н/ф «Випечений із заварного тіста» (контроль)				н/ф «Випечений із заварного тіста» з використанням ОСВТ				
	свіжовипечений	24×60 ² с	48×60 ² с	72×60 ² с	свіжовипечений	24×60 ² с	48×60 ² с	72×60 ² с	
	t=0...6 °С , W=70...75%								
Кількість МАФАМ, КУО, в 1 г, не більш	3,0×10 ²	3,0×10 ²	3,0×10 ²	4,0×10 ²	3,0×10 ²	3,0×10 ²	3,0×10 ²	3,0×10 ²	5,0×10 ⁴
БГКП (коліформи), в 0,01 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду сальмонела, в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не допускаються
Staph aureus, в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не допускаються

Таблиця 3.16

**Мікробіологічні показники
продукції із заварного тіста (з наповнювачем) упродовж зберігання**

Показник	Умови та терміни зберігання								Допустимі рівні (згідно МБВ)
	продукції із заварного тіста (контроль)				продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ				
	свіжовипечений	3×60 ² с	6×60 ² с	12×60 ² с	свіжовипечений	24×60 ² с	48×60 ² с	72×60 ² с	
	t=0...6 °C , W=70...75%								
Кількість МАФАМ, КУО, в 1 г, не більш	3,0×10 ²	3,0×10 ²	4,0×10 ²	4,5×10 ²	3,0×10 ²	3,0×10 ²	3,0×10 ²	3,5×10 ²	5,0×10 ⁴
БГКП (коліформи), в 0,01 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не виявлено в 0,1 г	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду сальмонела, в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не виявлено в 25 г	Не допускаються
Staph aureus, в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не виявлено в 0,1г	Не допускаються

Також для вибору раціональних термінів зберігання продукції – Н/ф випечений із заварного тіста (контроль / розробка) проведені дослідження з вивчення зміни органолептичних показників у процесі зберігання.

Органолептичні показники оцінювали за шкалою сенсорної оцінки для свіжовиготовленої продукції та протягом зберігання ($t = 0...6^{\circ}\text{C}$, $\tau = (0...72) \times 60^2 \text{ с}$, $W=70...75\%$), (рис. 3.7)

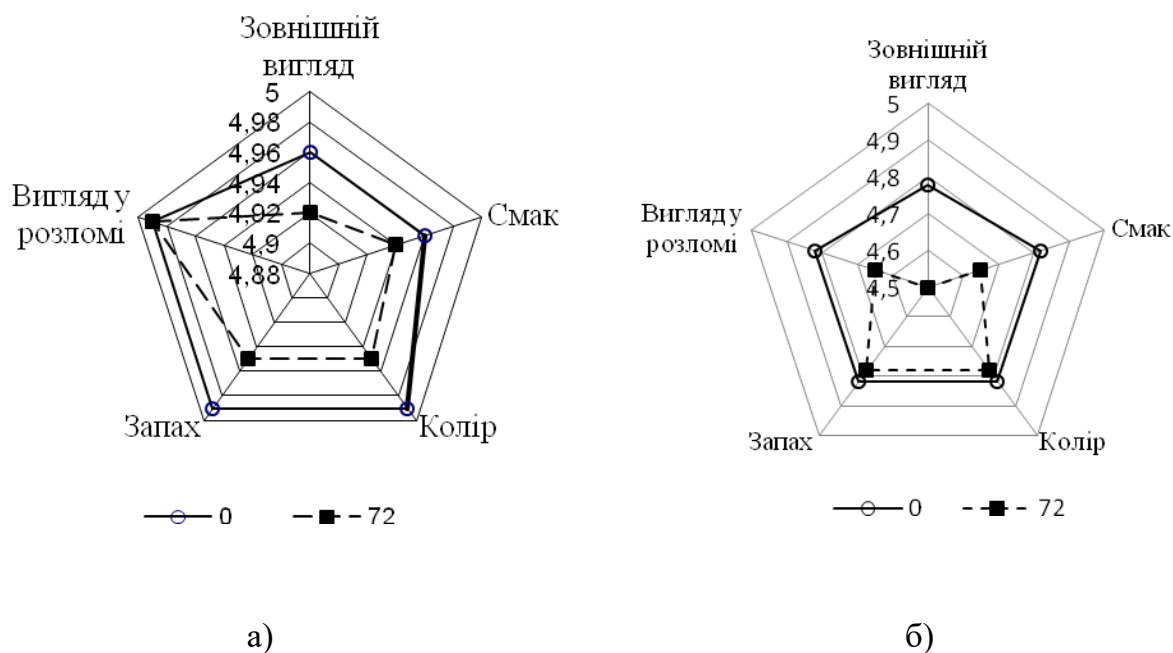


Рис. 3.7. Органолептичні профілі а) н/ф «Випечений із заварного тіста» з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу; б) контроль; протягом $(0...72) \times 60^2 \text{ с}$ зберігання за $t = 0...6^{\circ}\text{C}$, $W=70...75\%$)

Встановлено, що протягом 72 годин зберігання н/ф «Випечених із заварного тіста» їх органолептичні показники залишались майже незмінними, у той же час якість контрольних зразків знизилась на 10 %.

Відомо, що окисна ферментативна прогірклість є типовою для жирів, які містять середньо- та низькомолекулярні граничні жирні кислоти, а також значну кількість вологи. Цей тип прогірклості звичайно зустрічається за враження пліснявою (*Aspergillus*, *Penicillium* і ін.), як жирів, так і продуктів з їх

використанням. В основі кетонної прогірклості лежить процес гідролітичного розщеплення жиру з виділенням вільних жирних кислот, наступним β-окисненням і декарбоксілюванням цих кислот. У результаті накопичуються алкілметилкетони, які мають характерний неприємний запах [150]. Проте, крім ураження мікрофлорою, основним процесом, що знижує якість готової продукції під час зберігання, є окисна автокаталітична прогірклість, тобто процес автоокиснення жирів [150, 153].

Оскільки, протягом зберігання та під час теплової обробки можливі хімічні перетворення речовин, що можуть призвести до зміни якості жирів в складі готових виробів, і, як результат, погіршити якість готової продукції. У зв'язку з цим, одним із завдань, поставлених в цій роботі, є визначення ступеню зміни кислотного числа жиру, екстрагованого з продукції – Н/ф випечений із заварного тіста (контроль /розробка) під час зберігання протягом $(0...72) \times 60^2$ с за $t = 0...6$ °С, $W=70...75\%$) наведено на рис. 3.8.

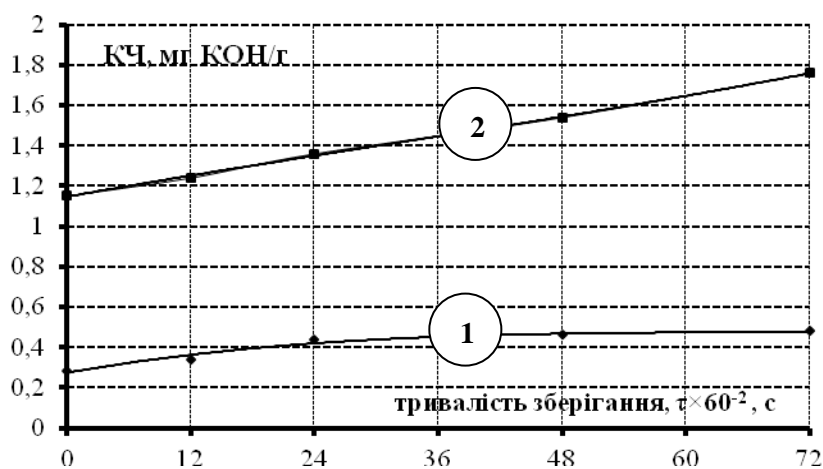


Рис. 3.8. Динаміка кислотного числа жиру екстрагованого з продукції – Н/ф випечений із заварного тіста (контроль /розробка) під час зберігання протягом $(0...72) \times 60^2$ с за $t = 0...6$ °С, $W=70...75\%$): 1 – зразок з використанням ОСВТ; 2 – контроль

Дослідження зміни КЧ зразків упродовж зберігання показали, що з дотриманням умов зберігання, КЧ практично не змінюється. Значення КЧ в

досліджуваних зразках, що виготовлені з використанням ОСВТ, протягом $(0...72) \times 60^2$ с зберігання збільшуються на 20 %, а показники КЧ контрольного зразку збільшуються 60 %. Отримані дані говорять про процес гідролізу, який має місце під час зберігання та розморожування, оскільки в системі є вода. Автокаталітичний процес гідролізу відбувається в гомогенному середовищі, оскільки у реакцію вступає вода, розчинена виключно в жировій фазі.

Таким чином, на основі проведених досліджень можна зробити висновок про доцільність зберігання продукції в охолодженому стані за $\tau = (0...72) \times 60^2$ с за $t = 0...6$ °C, $W = 70...75\%$.

ВИСНОВКИ

1. Аналітичний огляд літератури та узагальнення науково-технічної інформації з дослідженої тематики дозволили проаналізувати сучасні тенденції розвитку технологій олієжирової продукції та визначити, що перспективним напрямом є дослідження технологічних показників олії соняшникової високоолеїнового типу (ОСВТ) та її використання в технології кулінарних і кондитерських виробів за обґрунтованих параметрів. Установлено критерії вибору жирової складової виробів із заварного тіста, що задовольнятиме вимоги виробника.

2. Досліджено основні фізико-хімічні показники ОСВТ та їх зміну під час зберігання. Установлено, що ОСВТ характеризується великим вмістом тригліцеринів олеїнової кислоти (89,29%), має високі показники якості, що відповідають нормативним вимогам. Доведено, що під час зберігання ОСВТ більш стійка до процесів окиснення, порівняно з ОСРД, оскільки гліцериди поліненасичених жирних кислот окиснюються швидше, ніж мононенасичених, що підтверджують експериментальні дані фізико-хімічних показників, жирнокислотного складу та динаміка вмісту токоферолів.

3. Досліджено стійкість ОСВТ до процесів окиснення за умов тривалого термічного впливу порівняно з олією соняшниковою рафінованою дезодорованою (ОСРД) (контроль) за функціональними числами (кислотним, перекисним, йодним, тіобарбітуровим). Встановлено, що швидкість окиснення в ОСВТ нижча від ОСРД (контроль) у 2 рази на початку термообробки та в 1,23 рази за максимальної тривалості термообробки. Коефіцієнт екстинції зростає до межі гранично допустимих значень ($E_{1\text{cm}}^{1\%} = 15$, що відповідає накопиченню 1% окиснених жирних кислот) через 6 годин в ОСРД та 18 годин в ОСВТ, що підтверджує більшу в 3 рази термостійкість ОСВТ. Встановлено суттєві зміни жирнокислотного складу та комплексу токоферолів олій за умов термообробки, характер яких залежить від типу олії та тривалості термообробки, що також свідчить про більшу стійкість ОСВТ до процесів окиснення порівняно з ОСРД

(контроль) та дозволяє рекомендувати ОСВТ як середовище для фритюрного смаження та рецептурний компонент жировмісної продукції.

4. Досліджено зміни основних технічних та технологічних показників ОСВТ під час перебігу гідротермічних процесів. Установлено закономірності впливу гідротермічного способу обробки на технологічні показники ОСВТ, що доводять доцільність використання ОСВТ у технологіях із гідротермічною складовою, зокрема в технології виробів із заварного тіста. Рациональні умови гідротермічного процесу: $t = 95 \dots 100^\circ\text{C}$, $\tau = (3 \dots 5) \times 60$ с, ГМ «ОСВТ – вода» – 1:2,5.

5. Розроблено та науково обґрунтовано технологію продукції із заварного тіста, рациональні концентрації рецептурних компонентів із використанням ОСВТ з визначеними органолептичними та структурно-механічними показниками. Установлено, що оптимальна концентрація олії в рецептурі дорівнює 32%. За цієї концентрації питомий об'єм випеченого напівфабрикату становить $7,3 \text{ см}^3/\text{г}$, формостійкість – 1 ум.од., упікання – 39%, усушка – 4,4%. Визначено основні показники якості та безпечності продукції із заварного тіста з використанням ОСВТ. Виявлено, що масова частка вологи в продукті знаходиться в межах $17,0 \pm 0,5\%$, вміст жиру для випеченого напівфабрикату становить $34,0 \pm 0,3\%$.

6. Обґрунтовано терміни та умови зберігання виробів із заварного тіста з використанням ОСВТ. Доведено доцільність зберігання продукції в охолодженому стані за температури $0 \dots 6^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% протягом 72 годин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України : статистичний збірник. – К. : Інформаційно-видавничий центр Держстату України, 2012. – 54 с.
2. Наукова та інноваційна діяльність в Україні за 2011 рік : статистичний щорічник України. – К. : Інформаційно-видавничий центр Держстату України, 2012. – 305 с.
3. Статистичний щорічник України за 2011 рік / за ред. О. Г. Осауленка. – К. : Август Трейд, 2012. 560 с.
4. Україна у цифрах у 2011 році: статистичний збірник / за ред. О. Г. Осауленка. – К. : Інформаційно-видавничий центр Держстату України, 2012. – 251 с.
5. Фаїзов А. В. Олієжировий комплекс: проблеми і чинники розвитку / А. В. Фаїзов // АгроІнКом. – 2011. – № 10/12. – С. 21–30.
6. Федулова Л. І. Інноваційна економіка : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л.І. Федулова – К. :Либідь, 2006. – 480 с.
7. Кукушкин Ю. Н. Химические элементы в организме человека / Ю. Н. Кукушкин // Сорровский образовательный журнал. – 1998. – №5. – С. 54–58.
8. Пешук Л. В. Біохімія та технологія олієжирової сировини: навч. посіб. / Л. В. Пешук, Т. Т. Носенко. – К. : НУХТ, 2008. – 296 с.
9. Капрельянц Л. В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. / Л. В. Капрельянц, А. П. Петросянц. – Одеса : Друк, 2011. – 269 с.
10. Топчій О. А. Принципи купажування рослинних олій, збалансованих за жирнокислотним складом / О. А. Топчій, Є. О. Котляр. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 1/6 (73). – С. 26–32.

11. Давидович О. Я. Нетрадиційні види олій у виробництві борошняних кондитерських виробів / О. Я. Давидович, Н. С.Палько // Продукты & ингредиенты. – 2012. – № 3. – С. 8–9.
12. Лисюк Г. М. Технология мучных кондитерских и хлебобулочных изделий / Г. М. Лисюк // Кондитерское производство. – 2009. – № 2. – С. 9–13.
13. Ткаченко А. С. Формування споживчих властивостей печива цукрового підвищеної харчової цінності : дис... канд. техн. наук : 05.18.15. / А.С. Ткаченко. – Львів, 2015. – 334 с.
14. Своєволіна Г. В. Удосконалення технології заварних пряників: дис... канд. техн. наук: 05.18.01. / Г. В. Своєволіна. – Київ, 2006. – 17 с.
15. Грюнер В. С. Влияние белков муки на качество теста и выпеченных полуфабрикатов для заварных пирожных / В. С. Грюнер, Э. А. Щербова // Сб. научн., работ МИНК им. Г. В. Плеханова. – 1961. – Вып. 18. – С. 69–78.
16. Михайлов В. С. Кондитерские изделия из заварного теста на кондитерских жирах / В. С. Михайлов, Т. П. Бородина // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1976. – № 9. – С. 36–37.
17. Лемкуль Л. М. Приготовлено на растительном масле / Л. М. Лемкуль // Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 112 с.
18. Румянцева В. В. Технология кондитерского производства : конспект лекций для вузов / В. В. Румянцева. – Орел : ОрелГТУ, 2009. – 141 с.
19. Писарець О. П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна : дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / О.П. Писарець. – Київ, 2015. – 196 с.
20. Пучкова Л. И. Повышение эффективности применения жировых продуктов в хлебопечении : дис... д-ра техн. наук / Л. И. Пучкова. – М., 1971. – 183 с.
21. Трескалова Г. В. Исследование влияния некоторых технологических факторов на качество выпеченных полуфабрикатов из заварного теста : дис... канд. техн. наук / Г. В. Трескалова. – М., 1977. – 177 с.

22. Куниця К. В. Структура ацилгліцеринів олії нових ліній насіння соняшнику насиченого типу / К. В. Куниця, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 2/6 (62). – С. 7–10.
23. Raquel Vallerio Rios. Application of fats in some food products / Raquel Vallerio Rios, Meibel Durigan Ferreira Pessanha, Poliana Fernandes de Almeida [et al.] // Food Sci. Technol, Campinas. – 2014. – № 34 (1). – P. 3–15.
24. Шеманська Є. І. Технологія функціональних жирових продуктів на основі фосфоліпідів та есенціальних жирних кислот / Є. І. Шеманська. – Харків, 2013. – С. 21.
25. Зарицька М. В. Дослідження впливу харчування на розвиток хвороб системи кровообігу / М. В. Зарицька, О. І. Семенова, Н. О. Бублієнко та ін. // Наукові праці НУХТ. – 2012. – № 45. – С. 26–30.
26. Паронян В. Х. Технология жиров и жирозаменителей / В. Х. Паронян М. : ДеЛипринт, 2006. – 760 с.
27. White P. J. Flavor quality of fats and oils / P. J. White // Introduction to Fats and Oils Technology. – Champaign, IL: AOCS Press, 2000. – P. 354–357.
28. Pirestone D. Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes / D. Pirestone // Introduction to Fats and Oils Technology. – Champaign, IL: AOCS Press, 1999. P. 29–144.
29. Harper T. Recent developments in chemical and physical refining / T. Harper // Proceedings of the World Conference on Oilseed Processing and Utilization. – Champaign, IL: AOCS Press, 2001. – P. 25.
30. Wakins C. Cholesterol: the molecular Dr. Jekyll and Mr. Hyde / C. Wakins // INFORM. – 2002. – P. 886–886.
31. Пивоваров П. П. Теоретичні основи харчових технологій: навч. посіб. / П. П. Пивоваров, А. Б. Горальчук, Є. П. Пивоваров. – Х. : ХДУХТ, 2010. – 363 с.
32. О'Брайен Р. Д. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р. Д. О'Брайен; пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкиной, Н. С. Селивановой, Н. В. Магды. – СПб. : профессия, 2007. – 752 с.

33. Шленская Т. В., Паронян В. Х., Восканян О. С. Исследование процессов окисления жиров / Т. В. Шленская, В. Х. Паронян, О. С. Восканян // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2004. – № 7. – С. 54–55.
34. Восканян О. С. Управление процессами жиропереработки / О. С. Восканян, В. Х. Паронян, Т. В. Шленская // Масложировая промышленность. – 2004. – № 3. – С. 30–31.
35. Бах А. Н. Сборник избранных трудов / А. Н. Бах. – Л., 1937. – 152 с.
36. Скрыбина Н. М. Системный анализ развития технологического потока производства жировых эмульсионных продуктов питания / Н. М. Скрыбина, А. В. Тырси́на, Р. Ф. Каримов // Масложировая промышленность. – 2006. – № 5. – С. 26–27.
37. Скрыбина Н. М. Производство масложировых продуктов нового поколения, безопасных в потреблении / Н. М. Скрыбина, Каримов Р. Ф. // Масложировая промышленность. – 2006. – № 6. – С. 16–18.
38. Максимец В. П. Обоснование и совершенствование методов контроля качества пищевых продуктов : дис... д-ра техн. наук / В. П. Максимец. – Харьков, 1989. – 389 с.
39. Журавлева Л. Н. Изучение окисления растительных масел при высокотемпературном нагреве во фритюре и разработка способов повышения их стабильности : дис... канд. техн. наук / Л. Н. Журавлева. – Санкт Петербург, 2009. – 136 с.
40. Cosgrove L. P. The Autoxidation of Polyunsaturated Fatty Acids / L. P. Cosgrove, D. F. Charch, W. Pryor // Lipids. – 1987. – Vol. 22, № 5. – P. 299–304.
41. Criado S. Affect of Flavonoids on the photooxidation of Fats. Study on the Activity sinflet Molecular Oxygen. Generators and Qnlenchers / S. Criado, Conta G. Bertolotti, A. T. Soltermann [et al.] // Fett Wiss. Technol. – 1995. – Vol. 97, № 7/8. – P. 265–269.
42. Cristie W. W. Formation of cyclic fatty acids during the frying process / W. W. Cristie, G. Dobson // Eur. J. Lipid Sci. Technol. – 2000. – Vol. 102, №. 8/9. – P. 515–520.

43. Coscione A. R. Vegetable Oil stability at Elevated Temperatures in the Presence on Ferric stcarate and Ferrous Octanoate / A. R. Coscione, W. E. Artz // *Agric Food Chem.* – 2005. – № 53. – P. 2088–2094.
44. Dobson G. Saturated Bycidic Fatty Acids Formed in Heated Sunflower Oils *Chem. Phys.* / G. Dobson, W. W. Christie, E. V. Briechany, J. L. Sebedio // *Lipids.* – 1997. – № 87. – P. 304–3011.
45. Frankel E. N. Autoxidatin of Polyunsaturated Triacylglycerols / E. N. Frankel, E. Selke, W. E. Neff, K. Mlyashita // *IV Volatile Decomposition Products from Triacylglycerols. Containing Linoleate and Linolenate Lipids.* – 1992. – Vol. 27, № 6. – P. 442–446.
46. Neff W. E. Effect of Tocopherol on Formation of Nonvolatile Lipid Degradation Products During Frying of Potato Chips in Triolein / W. E. Neff, K. Waner, F. Eller // *JAOCS.* – 2003. – Vol. 80, № 8. – P. 801–806.
47. Neff W. E. Odor Significance of Undesirable Degradation Compounds in Heated Triolein and Trilinolein / W. E. Neff, K. Warner, W. C. Byrdwell // *JAOCS.* – 2000. – Vol. 77, № 12. – P. 1303–1313.
48. Porter N. A. Mechanisms of Free Radical Oxidation of Unsaturated Lipids / N. A. Porter, S. E. Caldwell, K. A. Mills // *Lipids.* – 1995. – Vol. 30, № 4. – P. 277–290.
49. Miyashita K. Autoxidation of Polyunsaturated Triacylglycerols. III. Synttufic Triacllglycerols. Containing Linoleate and Linolenate / K. Miyashita, E. N. Frankel, W. E. Neff, R. A. Awi // *Lipids.* – 1990. – Vol. 25, № 1. – P. 48–53.
50. Harber F. Unpairedness and Radical Chains in the Reaction Mechamism of Organic and Enzymic Processis / F. Harber, R. Wilstat // *Food Res.* – 1931. – Vol. 64. – P. 2844–2856.
51. Maier K. P. Products of Unsaturated Fatty Acid Oxidation Catalyzed by Hematin Compounds / K. P. Maier, A.L. Tappel // *JAOCS.* – 1959. – Vol. 36, № 1. – P. 12–15.
52. Pearson A. M. Warmedwer Flavor in Meat. Poultry and Fish / A. M. Pearson, I. D. Love, F. B. Shorland // *Food Res.* – 1974. – Vol. 23. – P. 1–74.
53. Apte S. Effect of Haemoglobin and Ferritin on Lipid Oxidation in Raw and

Cooked Muscle Systems / S. Apte, P. A. Morrissey // *Food Chem.* – 1987. – № 25. – P. 127–134.

54. Rhle K. S. Catalysis of Oxidation in Raw and Cooked Beef by Metmyoglobin – Hydrogen Peroxide, Nonheme Iron and Enzyme systems / K. S. Rhle, Y. A. Ziprin, G. Ordonez // *JAOCS Food Chem.* – 1987. – № 35. – P. 1013–1016.

55. Augustin M. A. Effects of Iron (III) Palmitate on the Oxidation of Palm Oil / M. A. Augustin, C. Z. Chong // *Food Chem.* – 1988. – № 27. – P. 123–129.

56. Gunstone F. D. Reaction of Oxygen and Unsaturated Fatty Acids / F. D. Gunstone // *JAOCS.* – 1984. – № 61. – P. 441–447.

57. Лисицын А. Н. Развитие теоретических основ процесса окисления растительных масел и разработка рекомендаций по повышению их стабильности к окислению : дис... д-ра техн. наук / А. Н. Лисицын. – Краснодар. – 2006. – 208 с.

58. Artz W. E. Iron Accumulation in Oil During the Deep-Fat Frying of Meat / W. E. Artz, P. C. Osidacz, A. R. Coscione // *JAOCS.* – 2005. – № 82. – P. 249–254.

59. Ackman R. G. Linolenic Acid Artifacts from the Deodorization of Oils / R. G. Ackman, S. N. Hooper // *JAOCS.* – 1974. – Vol. 51, № 1. – P. 42–49.

60. Romero A. Cyclic Fatty acid Monomers and Thermooxidative Alteration Compounds Formed During Frying of Frozen Foods in Extra Virgin Olive Oil / A. Romero // *JAOCS.* – 2000. – Vol. 77, № 11. – P. 1169–1175.

61. Byrdwell W. C. Non-volatile Products of Triolein Produced at Frying Temperatures Characterized Using Liquid Chromatography with on-line Mass Spectrometry Detection / W. C. Byrdwell, W. E. Neff // *Chromatogr.* – 1999. – P. 852.

62. Yoon S. H. Oxidative Stability of High-Fatty Acid Rice Bran Oil at Different Stages of Refining / S. H. Yoon, S. K. Kin // *JAOCS.* – 1994. – Vol. 71, № 2. – P. 227–229.

63. Garces R. Current advances in sunflower oil and its applications / R. Garces, E. Martinez-Force, J. Salas, M. Venegas-Calero // *Lipid Technology.* – 2009. – Vol. 21. – P. 79–82.

64. Billek G. Die Veränderungen von Nahrungsfetten bei höheren Temperaturen / G. Billek // *Fat Sci. Technol.* – 1992. – P. 161–172.

65. Никонович С. Н. Состав и свойства пищевых подсолнечных высокоолеиновых фосфолипидов / С. Н. Никонович, Т. И. Тимофеев, Д. А. Котельников // Изв. вузов. Пищ. технол. – 2006. – Разд. 5. – С. 19–20.
66. Amarowicz R. Antioxidant Activity of grude Tannins of Canola and Rapeseed Hulls / R. Amarowicz, M. Naczek, F. Shahidi // JAOCS. – 2000. – Vol. 77, № 9. – P. 957–961.
67. Brand Williams W. Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity / W. Brand Williams, M. E. Covexin, C. Berset // Food Sci Technol. – 1995. – Vol. 28. – P. 25–30.
68. Sanhueza J. Thermal Stability of Some Commercial Synthetic Antioxidants / J. Sanhueza, Susana Nieto, Alfonso Valenzuela // JAOCS. – 2000. – Vol. 77, № 9. – P. 933–936.
69. Henon G. Modelle predictif de Fisomerisation trans des acides gras polyunsaturated an cours le desodorisation industrielle des huiles vegetales. OCZ-Qleagineux Corps gras / G. Henon // Lipides. – 2000. – Vol. 7, № 1. – P. 91–94.
70. Judde A., Villemeuve P., Rossidnol-Casiera A., Luilou A. Z. Antioxidant Effect of Soy Lecitins on Vegetable Oil stability and Their Synergism With Tocopherols / A. Judde, P. Villemeuve, A. Rossidnol-Casiera, A. Z. Luilou // JAOCS. – 2003. – Vol. 80, № 12. – P. 1209–1215.
71. Ninfali P. Validation of the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Parameter as a Hew Index of Quality and stability of Virgin Olive Oil / P. Ninfali, M. Bacchiocca, E. Biagiotti, M. Servili // JAOCS. – 2000. – Vol. 79, № 100. – P. 977–982.
72. Kashima M. The Antioxidant Effects of Phospholipids on Perilla Oil / M. Kashima, G. S. Cha, Y. Isoda [et al.] // J. Am. Oil Chem. Soc. – 1997. – Vol. 74. – P. 1531–1536.
73. Hamalainen T. I. Hydroperoxide Formation During Autoxidation of Conjugated Linoleic Acid Methyl Ester. Eur. / T. I. Hamalainen, S. Sundberg, M. Makinen [et al.] // Lipid Sci. Technol. – 2001. – № 103. – P 588–593.
74. Jung M. Y. Effects of Quenching Mechanisms of Carotenoids on the Photosensitized Oxidation of Soybean Oil / M. Y. Jung, D. B. Min // JAOCS. – 1991. –

Vol. 68. – № 5. – P. 653–658.

75. Lee S. H. Effects, Quenching Mechanisms and Kinetics of Carotenoids in Chlorophyll-sensitized Photooxidation of Soybean Oil / S. H. Lee, D. B. Min // *J. Agric. Food Chem.* – 1990. – Vol. 38. – P. 1630–1634.

76. Журавлева Л. Н. Подходы к усилению антиоксидантного действия на масла, подверженные высокотемпературным воздействиям / Л. Н. Журавлева, Т. Б. Алымова // *Научные труды международной конференции МПА.* – 2008. – С. 167–168.

77. Fritsche S. Occurrence of Conjugated Linoleic Acid Isomers in Beef / S. Fritsche // *JAOCS.* – 1998. – Vol. 75, № 10. – P. 1449–1451.

78. Прохорова Л. Т. Синергизм токоферолов и фосфолипидов / Л. Т. Прохорова, В. Н. Григорьева // *Масложировая промышленность.* – 2007. – № 5. – С. 28–29.

79. Буюнкин В. И. На пути к здоровому питанию / В. И. Буюнкин // *Масла и жиры.* – 2008. – № 5. – С. 18–20.

80. Колар М. Х. Натуральный антиоксидант – экстракт розмарина / М. Х. Колар, С. Урбанчич // *Масла и жиры.* – 2008. – № 3. – С. 26–28.

81. Veldstra J. Sunflower seed oil / J. Veldstra, J. Klere, D. R. Erickson // *Edible fats and oils processing: basic principles and modern practices.* Champaign, Ill.: AOCS, 1990. – P. 284–288.

82. Vermeersch G. Industrial uses of sunflower oil / G. Vermeersch // *OCL.* – 1996. – Vol. 1. – P. 19–21.

83. Мазалова Л. М. Качество фритюрного жира как залог безопасности продукции / Л. М. Мазалова // *Пищевая промышленность.* – 2006. – № 3. – С. 50.

84. Billek G. Health aspects of thermoxidized oils and fats / G. Billek // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* – 2000. – Vol. 102. – P. 587–593.

85. Naz S. Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions / S. Naz, H. Sheikh, R. Siddiqi [et al.] // *Food Chem.* – 2004. – Vol. 88. – P. 253–259.

86. Скрыбина Н. М. Повышение качества жиров посредством защиты от

окисления и порчи / Н. М. Скрыбина, Р. Ф. Каримов // Научные труды XII Международной научно-практической конференции. – М. : МГУТУ, 2006. – Вып. 11. – С. 31–34.

87. Табакаева О. В. Растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом / О. В. Табакаева, Т. К. Каленик // Масложировая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 21–22.

88. Belingheri C. Oxidative stability of high-oleic sunflower oil in a porous starch carrier / C. Belingheri, B. Giussani, M. Rodriguez-Estrada [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – № 166. – С. 346–351.

89. Olesea R. Oxidative reactivity of unsaturated fatty acids from sunflower, high oleic sunflower and rapeseed oils subjected to heat treatment, under controlled conditions / R. Olesea, H. Heyd, B. Broyart [et al.] // Food Science and Technology. – 2013. – № 52. – С. 49–59.

90. Aladedunye F. Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content / F. Aladedunye, R. Przybylski // Food Chemistry. – 2013. – № 141. – С. 2373–2378.

91. Olivero David R., Bastida S., Schultz A. [et al.]. Fasting Status and Thermally Oxidized Sunflower Oil Ingestion Affect the Intestinal Antioxidant Enzyme Activity and Gene Expression of Male Wistar Rats / David R. Olivero, S. Bastida, A. Schultz [et al.] // Food Chemistry. – 2010. – № 58. – С. 2498–2504.

92. Smith S., King R., Min D. [et al.]. Oxidative and thermal stabilities of genetically modified high oleic sunflower oil / S. Smith, R. King, D. Min [et al.] // Food Chemistry. – 2007. – № 102. – P. 1208–1213.

93. Boskou D. Olive oil: Properties and processing for use in food / D. Boskou // Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition. – 2015. – № 102. – P. 1208–1213.

94. Awatif I. Quality Characteristics of High-Oleic Sunflower Oil Extracted from Some Hybrids Cultivated under Egyptian Conditions / I. Awatif, A. Shaker // Journal of Food Technology Research. – 2014. – № 37. – P. 113–126.

95. ДСТУ ISO 6320-2001 Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення показника заломлення (ISO 6320:1995, IDT). – Київ, 2001. – С. 11.

96. Vetter W. Differentiation of refined and virgin edible oils by means of the trans and cisphytol isomer distribution / W. Vetter, Markus Schröder, Katja Lehnert // *Agric. Food Chem.* – 2012. – Vol. 60 (24). – P. 6103–6107.
97. Chmilenko F. A. Complex chromatographic determination of the adulteration of dairy products: A new approach / F. A. Chmilenko, N. P. Minaeva, L. P. Sidorova // *Journal of Analytical Chemistry.* – 2011. – Vol. 66, № 7. – P. 572–581.
98. Кіщенко В. А. Удосконалення методів контролю показників якості у технології природних та модифікованих жирів: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.18.06 / В. А. Кіщенко. – Харків, 2011. – 19 с.
99. Рожнов М. С. Методы и подходы к идентификации пищевых продуктов / М. С. Рожнов, Д. Н. Мельник, В. А. Голодняк, И. Н. Демидов // *Масложировой комплекс.* – 2013. – № 4 (43). – С. 43–46.
100. Реструктуризація промисловості України у процесі посткризового відновлення / за ред. Я. А. Жаліла. – К. : НІСД, 2011. – 54 с.
101. Стратегія інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів [Електронний ресурс] / за заг. ред. проф. В. І. Полохала. – Режим доступу : <http://kno.rada.gov.ua>.
102. Шевченко О. О. Розвиток державної політики продовольчого забезпечення України: автореф. дис... д-ра наук з держ. управління: спец. 25.00.02 / О. О. Шевченко. – К., 2009. – 40 с.
103. Бланк И. А. Финансовая стратегия предприятия : учеб. курс / И. А. Бланк. – К. : Ника-Центр, 2006. – 520 с.
104. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств / О. Д. Витвицька // *Економіка АПК.* – 2011. – № 10. – С. 132–138.
105. Дейнеко Л. В. Розвиток стратегічного потенціалу харчової промисловості України / Л. В. Дейнеко, П. М. Купчак // *Харчова і переробна промисловість.* – 2009. – № 6(358). – С. 5–9.

106. Захарченко В. І. Інноваційний менеджмент: теорія і практика в умовах трансформації економіки : навч. посібник / В. І. Захарченко, Н. М. Корсікова, М. М. Меркулов. – К. : Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
107. Крисанов Д. Ф. Харчова промисловість України в контексті розвитку національної інноваційної системи / Д. Ф. Крисанов, К. О. Бужимська // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – Т. 1. – № 5. – С. 58–66.
108. Матюх С. А. Формування стратегії інноваційного розвитку промислового підприємства / С. А. Матюх // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 2. – С. 206–209.
109. Россоха В. В. Методика оцінювання потенціалу інновацій / В. В. Россоха // Актуальні проблеми економіки. – 2005. – № 5. – С. 68–75.
110. Мостовий С. П. Обґрунтування виробничої програми підприємства в ринкових умовах / С. П. Мостовий, Е. П. Чекаліна, Н. Г. Сікетіна // Вісник НТУ «ХП». Технічний прогрес та ефективність виробництва. – 2011. – № 8. – С.122–124.
111. Петешова Т. А. Діагностичні підходи до визначення рівня інтенсивності конкуренції на галузевому ринку / Т. А. Петешова // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2011. – № 4, Т. II. – С. 111–117.
112. Салькова І. Ю. Оцінка рівня конкуренції ринку олії в Україні / І. Ю. Салькова // Економіка і регіон. – 2011. – № 4 (23). – С.87–90.
113. Недоризанюк Т. Топ-10 производителей сырого подсолнечного масла в 2011/12 годах [Електронний ресурс] / Т. Недоризанюк. – Режим доступа : URL: <http://anyfoodanyfeed.com/ru/news/id/24360>.
114. Подсолнечное масло [Електронний ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.agrochart.com/ru/statistic/products/product>
115. Толмачев М. Н. Методология расчета показателей концентрации сельскохозяйственного производства / М. Н. Толмачев // Весник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. – 2010. – Т. 10, Вып. 2. – С. 103–111.

116. Украина. Рейтинг производителей сырого подсолнечного масла в 2012/13 годах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.agrochart.com/ru/news/news/210213/ukraina>
117. Porter M. E., Teisberg E. O. Redefining Health Care: Creating Value Based Competition on Results / М. Е. Porter, Е. О. Teisberg // Boston : Harvard Business School Press, 2006. – 506 p.
118. Porter M. E. The Five Competitive Forces That Shape Strategy / М. Е. Porter // Harvard Business Review. – 2008. – P. 79–93.
119. Kramer M. R., Porter M. E. Strategy & Society: The link between Competitive Advantages and Corporate Social Responsibility / М. R. Kramer, М. Е. Porter // Harvard Business Review. – 2006. – № 84 (12). – P. 78–92.
120. Заяць В. М. Методи, алгоритми та програмні засоби для моделювання і аналізу динаміки складних об'єктів і систем на основі дискретних моделей : монографія / В. М. Заяць. – Львів : Новий світ-2000, 2009. – 400 с.
121. Кіндрацька Г. І. Економічний аналіз : підручник / Г. І. Кіндрацька, М. С. Білик, А. Г. Загородній. – К. : Знання, 2008. – 487 с.
122. Мних Є. В. Фінансовий аналіз : навч. посіб. / Є. В. Мних. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010. – 412 с.
123. Арсеньева Л. Ю. Опыт и перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий в Украине / Л. Ю. Арсеньева, В. А. Губеня, Н. А. Арсиненко, В. С. Зарубина // Развитие научной деятельности в малых городах на основе сотрудничества с предприятиями и участниками Болонского процесса : материалы Международной научно-практической конференции, г. Мелеуз, 22–23 марта 2011 г. – Уфа : Вагант, 2011. – С. 232–238.
124. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. / А. А. Халафян. – М. : Бином-Пресс, 2007. – 512 с.
125. Шестакова Т. И. Кондитер-профессионал : учеб. пособие / Т. И. Шестакова. – М. : Дашков и К, 2006. – 399 с.

126. Плахотін В. Я. Теоретичні основи технологій харчових виробництв : навч. посібник / В. Я. Плахотін, І. С. Тюрікова, Г. П. Хомич – К. : ЦНЛ, 2006. – 640 с.
127. Хомічак Л. М. Сучасний стан питання якості та безпечності зерна та зернопродуктів в Україні / Л. М. Хомічак, Г. Д. Гуменюк, Л. В. Баль-Прилипка, Ю. В. Слива // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2010. – № 3. – С. 26–29.
128. Галушко О. С. Тенденції розвитку ринку кондитерських виробів та особливості трансформації у системі цінностей його учасників / О. С. Галушко // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 1. – С. 15 – 21.
129. Усик С. П. Маркетингові комунікації на ринку кондитерських виробів / С. П. Усик // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2011. – № 3. – С. 158–165.
130. Мартиновський В. С. Сучасний стан і перспективи розвитку кондитерської галузі України / В. С. Мартиновський, Ю. О. Сьоміна // Економіка харчової промисловості. – 2014. – С. 43–45.
131. Сімахіна Г. Інновації в харчових продуктах / Г. Сімахіна, Н. Науменко // Новітні технології оздоровчих продуктів. Товари і ринки. – 2015. – С. 189–201.
132. Шленская Т. В. Основные характеристики маргариновой продукции кулинарных, хлебопекарных и кондитерских жиров / Т. В. Шленская, А. К. Махмудов. – М. : Полиграфсервис, 2008. – 120 с.
133. Шленская Т. В. Назначение и функциональные свойства специальных жиров / Т. В. Шленская, А. К. Махмудов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2008. – № 10. – С. 40–41.
134. Шленская Т. В. Новые виды жиров с заданными качественными показателями / Т. В. Шленская, А. К. Махмудов // Масложировая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 31.
135. Цісарик О. Й. Жирнокислотний склад молочного жиру корів / О. Й. Цісарик, Г. В. Дроник // Біологія тварин. – 2008. – Т. 10, № 1/2. – С. 84–102.

136. Мусій Л. Я., Цісарик О. Й. Оксидантна стабільність кисло вершкового масла при зберіганні / Л. Я. Мусій, О. Й. Цісарик // Харчова наука і технологія. –2014. – № 4. – С. 41–47.
137. Pfeiffer C. M. Assessing vitamin status in large population surveys by measuring biomarkers and dietary intake two case studies: folate and vitamin D / C. M. Pfeiffer [et al.] // Food & nutrition research. – 2012. – Т. 56. – С. 45–19.
138. Биткова С. В. Зависимость степени окисления фритюрных масел от времени термической обработки / С. В. Биткова // Межвуз. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию РГОТУПС : материалы Смоленск : РГОТУПС. – 2006. – 234 с.
139. Marmesat S. Thermostability of genetically modified sunflower oils differing in fatty acid and tocopherol compositions / S. Marmesat, L. Velasco, M. V. Ruiz-Méndez [et al.] // Europ. J. Lipid Science and Technology. – 2008. –Vol. 110. – P. 776–782.
140. Olesea Roman. Oxidative reactivity of unsaturated fatty acids from sunflower, high oleic sunflower and rapeseed oils subjected to heat treatment, under controlled conditions, LWT / Roman Olesea, Heyd Bertrand, Broyart Bertrand [et al.] // Food Science and Technology. – 2013. – № 52 (1). – P. 49–59.
141. Belingheri C. Oxidative stability of high oleic sunflower oil in a porous starch carrier / C. Belingheri [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – № 166 (1). – P. 346–351.
142. Talbot G. Oxidation of confectionery products and biscuits / G. Talbot // Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications. – 2010. – P. 344–368.
143. Xiaoqing Yang. Sensory Evaluation of Oils/Fats and Oil/Fat Based Foods / Xiaoqing Yang, Robin A. Boyle // Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats. – 2016. – № 3. – P. 157–185.
144. Schaich K. M. Analysis of Lipid and Protein Oxidation in Fats, Oils, and Foods / K. M. Schaich // Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats. – 2016. – № 1. – P. 1–131.
145. Bondarenko V. M. Intestinal microflora, obesity and type 2 diabetes / V. M. Bondarenko, V. V. Maleev, V. G. Likhoded // JMEI. – 2014. – № 3. – P. 42–49.

146. Andrews S. L., Harte J. B. Ingredient Functionality and Dough Characteristics Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition / S. L. Andrews, J. B. Harte. – 2003. – № 2. – P. 4412–4415.

147. Dalemans Daniel. Metod of reducing the saturated fatty acid content of milk fat. US. Pat. 8,609,175 B2.

148. Федак Н. В. Динаміка змін якості олій за умов тривалого термічного впливу / Н. В. Федак, А. М. Діхтярь, С. М. Тимчук // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2009. – Вип. 2 (10). – С. 114–120.

149. Dikhtyar A. Research of high oleic sunflower oil properties under the hydrothermal effect / A. Dikhtyar, N. Fedak, N. Murlikina // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Is.1. – P. 70–79.

150. Петрина А. Б. Технологія спредів зі складовими рослинного походження : дис... канд. техн. наук: 05.18.04 / А. Б. Петрина. – Київ, 2015. – 239 с.

151. Ghazani S. M. Healthy Fats and Oils / S. M. Ghazani, A. G. Marangoni // Encyclopedia of Food Grains. – 2016. – № 2. – P. 257–267.

152. Casimir C. Food lipids : chemistry, nutrition, and biotechnology / edited by Casimir C. Akoh and David B. Min. – 2008. – P. 136–390.

153. Пивень Е. Н. Антиоксиданты из растительного сырья для кондитерских жиров / Е. Н. Пивень, И. Н. Демидов, Н. В. Новицкая // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків : НТУ «ХПІ», 2002. – Т.2, № 9. – С. 69–72.

154. Смоляр В. І. Концепція ідеального жирового харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2006. – № 4. – С. 5–13.

155. Пивень О. М. Технологія стабілізації харчових жирів щодо окиснювального псування : автореф... канд. техн. наук: 05.18.06 / О. М. Пивень. – Харків, 2007. – 239 с.

156. Смоляр В. І. Сучасні проблеми якості харчових жирів / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2008. – № 3/4. – С. 5–12.

157. Ross R. Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols / Ronald Ross, Preedy, Victor R. – 2008. – 422 p.

158. Золочевский В. Т. Окисление масла при отбелке в схемах физической рафинации / В. Т. Золочевский // Масла и жиры. – 2009. – № 4. – С. 23–26.

159. Висторобець І. О. Використання соняшникової олії високоолеїнового типу в технології продукції із заварного тіста / І. О. Висторобець, А. М. Діхтярь, Н. В. Федак // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва : наукові пошуки молоді : Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 7 квітня 2015 р. : тези доповідей у 2 ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 7.

160. Діхтярь А. М. Дослідження фізико-хімічних показників модельних систем заварного тіста / А. М. Діхтярь, Н. В. Федак // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015 р. : тези доповідей у 2 ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 50.

161. Діхтярь А. М. Дослідження модельних систем заварного тіста під впливом технологічних чинників / А. М. Діхтярь, В. С. Вовк, Н. В. Федак // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 7 квітня 2016 р. : тези доповідей у 2 ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2016. – Ч. 1. – С. 16.

162. Діхтярь А. М. Технологічні показники олії соняшникової високоолеїнового типу для виробів із заварного тіста / А. М. Діхтярь, Н. В. Федак // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2016 р. : тези доповідей у 2 ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2016. – Ч. 1. – С. 38.

163. ТУ У 10.7–01566330–311:2015. Вироби борошняні кондитерські із заварного тіста / укл.: Гринченко О. О., Федак Н. В., Діхтярь А. М. – Харків, 2015. – С. 21.

164. ТП до ТУ У 10.7–01566330–311:2015 Вироби борошняні кондитерські із заварного тіста / укл.: Гринченко О. О., Федак Н. В., Діхтярь А. М. – Харків, 2015. – С. 28.
165. Реометрия пищевого сырья и продуктов: справочник / Под ред. Ю. А. Мачехина. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.
166. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0088–13>.
167. Юрчак В. Г. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / В. Г. Юрчак, Л. Ю. Арсеньева [та ін.]; за ред. В. І. Дробот. – К. : Кондор, 2010. – 439 с.
168. Парменгер Д. Ключевые показатели эффективности / Парменгер Д. – М. : Олимп-Бизнес, 2008. – 174 с.
169. Афанасьев М. В. Оцінка ефективності організаційно-технічних заходів : навч. посібник / М. В. Афанасьев, Л. І. Телишевська, В. І. Рудика. – Х. : ІНЖЕК, 2003. – 288 с.
170. Витрати: положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16, затв. наказом Міністерства фінансів України № 318 від 31.12.1999 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: [zakon.rada.gov.ua>go/z0027–00](http://zakon.rada.gov.ua/go/z0027–00).
171. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) в промисловості, затв. наказом Міністерства промислової політики України № 373 від 09.07.2007 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: [zakon.nau.ua>doc/uid=1041.4293.0](http://zakon.nau.ua/doc/uid=1041.4293.0).
172. Gerstein H. C. Long term effects of intensive glucose lowering on cardiovascular outcomes / H. C. Gerstein, M. E. Miller, S. Genuth [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2011. – Vol. 364, № 9. – P. 818–828.

Наукове видання

ДІХТЯРЬ Альона Миколаївна

ФЕДАК Наталя Василівна

ГРИНЧЕНКО Ольга Олексіївна

ПИВОВАРОВ Євген Павлович

**ТЕХНОЛОГІЯ КУЛІНАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ
ОЛІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ВИСОКОЛЕЇНОВОГО ТИПУ**

Монографія

Відповідальна за випуск зав. кафедри технології харчування д-р техн. наук,
проф. О. О. Гринченко

Авторська редакція

План 2017 р., поз. 15

Підп. до друку 13. 12. 2017 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет. Друк офс.
Ум. друк. арк. 8,4. Тираж 100 прим.

Типографія
ФОП Рогожніков О.В.
вул. Біологічна 13, м. Харків, 61030