

ОЦІНКА ОКИСНОЇ СТІЙКОСТІ МОЛОКОВМІСНИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ КУПАЖУ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Белемець Т. О., Радзієвська І. Г., Точкова О. В., Ющенко Н. М., Кузьмик У. Г., Михалевич А. П.

Відомо, що однією з головних причин псування жирів (зокрема рослинних), а також продуктів, виготовлених з їх використанням, є підвищення кислотного та пероксидного чисел. Фізико-хімічні показники мають суттєвий вплив не лише на якість та органолептичні характеристики продукту, але й також на його безпечність. З цією метою досліджено залежність показників кислотного та пероксидного чисел створеного купажу рослинних олій у технологіях молоковомісних продуктів під час зберігання. Об'єктом дослідження є експериментальні зразки трьохкомпонентного купажу рослинних олій та молочного жиру, виділених з пасти молоковомісної сиркової та соусу молоковомісного сметанного. Предметом дослідження є динаміка зростання кислотного та пероксидного чисел зразків та зміни їх органолептичних показників якості.

Отримані дані кінетики окислення купажу рослинних олій свідчать, що підвищення показників кислотного та пероксидного чисел упродовж дослідженого терміну зберігання не відзначаються інтенсивністю. Середній поріг збільшення кислотного та пероксидного чисел є несуттєвим та становить 0,02–0,03 мгКОН/г та 0,2–0,21 ммоль $1/2O$ /кг за 5 діб. У відповідності до отриманих результатів кінетики окислення виділеного жиру пасти молоковомісної сиркової відзначається деяке підвищення показників кислотного та пероксидного чисел, а саме: наприкінці 7 діб – до 0,3 мгКОН/г та 1,9 ммоль $1/2O$ /кг, відповідно, та наприкінці 10 діб – до 0,32 мгКОН/г та 2,3 ммоль $1/2O$ /кг. На підставі отриманих результатів кінетики окислення виділеного жиру з соусу молоковомісного сметанного спостерігається тенденція до поступового наростання показників кислотного та пероксидного чисел зі збільшенням часу окислення. Відмічається досягнення максимальних значень кислотного – 0,3 мгКОН/г та пероксидного чисел – 2,2 ммоль $1/2O$ /кг наприкінці граничного терміну придатності – 21 доби. Згідно отриманих результатів здійснення органолептичної оцінки експериментальних зразків купажу та виділеного жиру з молоковомісних продуктів суттєвих змін на протязі дослідженого терміну зберігання не виявлено.

Ключові слова: *паста молоковомісна сиркова, соус молоковомісний сметанний, купаж рослинних олій, кислотне число, пероксидне число.*

1. Вступ

На сьогоднішній день харчування розглядається не тільки з точки зору джерела енергії, але й також як спосіб профілактики захворювань. При цьому

варто відмітити нинішні умови життєдіяльності, котрі стали причинами змін та втрати деяких ферментних систем, що відповідають за ендогенний синтез частини класу незамінних харчових речовин, а також зниження (з віком) здатності організму до синтезу вітамінів й загальній біодоступності поживних речовин (ПР) з продуктів харчування [1]. Навіть за умови дотримання збалансованого та повноцінного щоденного раціону, деякі зовнішні фактори (перенесення інфекційних хвороб, стрес, прийом окремих лікарських препаратів, порушення процесу всмоктування шлунково-кишкового тракту) можуть призвести до дефіциту ПР та есенціальних жирних кислот (ЖК) зокрема [2]. У зв'язку з цим у харчовій промисловості виникла потреба створення нового класу – функціональних продуктів харчування. Найбільш доцільним для задоволення поставленої мети є використання рослинних олій в якості збагачуючого компонента та джерела есенціальних ЖК у технологіях продуктів, котрі є рекомендованими дієтологами для щоденного вжитку, а саме кисломолочних продуктів.

Тенденція підвищення інтересу до використання рослинних олій в харчовій промисловості пояснюється тим фактом, що рослинні ліпіди є продуктами постійно поновлюваних сировинних джерел, котрі легко можуть бути отримані майже в будь-якій країні з різними біоресурсами. Саме рослинні ліпідні комплекси містять у своєму складі біологічно активні речовини (БАР) – каротиноїди, токофероли, фосфо- і гліколіпіди та фітостерини. Така варіативність цінних БАР дозволяє розглядати рослинні олії в якості не тільки самостійних лікарських препаратів, але й як перспективні джерела для виготовлення продуктів функціонального призначення профілактичної дії [3]. Проте жодна з існуючих на ринку рослинних олій самостійно не володіє нативним оптимальним жирнокислотним і ацилгліцероловим складом та достатньо широким спектром БАР. Вирішити дану проблему та отримати жировий компонент із гіпотетично ідеальним ЖК складом можна за рахунок здійснення процесу купажування [4]. Варто зазначити, що, наприклад, в Україні культура споживання цих продуктів досі до кінця не сформована. При цьому економічна ефективність, простота технології одержання купажів та збалансованість складу – виводять їх використання в розряд актуальних та перспективних [5].

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єкт дослідження – експериментальні зразки трьохкомпонентного купажу рослинних олій та молочного жиру, виділених з пасти молокової сировини та соусу молокової сметанної.

Предмет дослідження – динаміка зростання кислотного та пероксидного чисел обраних експериментальних зразків та зміни їх органолептичних показників якості.

Слід зазначити, рослинні олії в складі розробленого купажу характеризуються доволі високим вмістом токоферолів, особливо олія волоського горіху (табл. 1), що сприятиме стабільності жирової фази нових видів молокової продукції з їх використанням [6].

Таблиця 1

Вміст токоферолів та їх ізомерів у складі олій купажу

Вид олії	Загальний вміст, мг%	Ізомери, % загального вмісту		
		α	β	$\gamma+\delta$
Ріпакова	56	27	73	–
Кукурудзяна	655	49,1	42,4	8,5
Волоського горіху	109	46,4	48,0	5,6

Отже, рослинні олії та купажі на їх основі – володіють різноманітними фізико-хімічними характеристиками, харчовою цінністю, а також стійкістю під час зберігання. Саме тому важливим завданням для вчених є пошук шляхів підвищення стабільності рослинних олій задля можливості їх використання в технологіях функціональних продуктів харчування.

Керуючись наведеними вище аргументами, авторами роботи раніше був розроблений купаж на основі натуральних рослинних олій, до складу якого були включені: кукурудзяна та ріпакова олії, та олія з волоського горіху. Кількість та співвідношення кожної олії – заздалегідь розраховувалось з використанням спеціально створеної математичної програми у пакеті «MATLAB» [7]. Специфіка вибору компонентів для купажування аргументована нативним жирнокислотним складом молочного жиру, натуральних рослинних олій, а також їх корисними властивостями.

При цьому були враховані співвідношення ліноленової та лінолевої кислот ($\omega - 6$: $\omega - 3$): для здорових людей – 10:1, для людей літнього віку та з наявними захворюваннями (до прикладу, серцево-судинними захворюваннями) – 6–8:1. При цьому співвідношення груп насичених жирних кислот (НЖК): мононенасичених жирних кислот (МНЖК): поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) для гіпотетично ідеального жиру повинні становити 1:1:1 [8].

Беручи до уваги аспект застосування розробленого купажу в таких технологіях функціональних продуктів (для заміни 50 % частки молочного жиру) як: паста молоковісна сиркова та соус молоковісний сметанний, важливим є питання процесу їх окислення. Саме тому строгому контролю підлягатимуть зміни їх пероксидного та кислотного чисел. У зв'язку з цим, дослідження показників протікання окиснюваних і гідролітичних процесів купажу та масової частки жиру даних молоковісних продуктів – є перспективними, адже дозволять встановити терміни їх придатності.

3. Мета та задачі дослідження

Мета роботи полягає у вивченні стабільності та строків придатності купажу рослинних олій та розроблених молоковісних продуктів (паста молоковісної сиркової та соусу молоковісного сметанного) з його використанням (у якості 50 %-ї заміни масової частки молочного жиру).

Для досягнення поставленої мети необхідним є вирішення наступних задач:

1. Експериментальним шляхом дослідити динаміку збільшення кислотного та пероксидного чисел розробленого купажу на основі натуральних рослинних

олій та попередньо виділених сумішей рослинного та тваринного жирів з пасти молокової сиркової та соусу молокової сметанного.

2. Здійснити органолептичні дослідження експериментальних зразків купажу рослинних олій та виділених сумішей рослинного та тваринного жирів з пасти молокової сиркової й соусу молокової сметанного.

3. Опіраючись на отриманні дані досліджень органолептичних показників та динаміки зміни кислотного та пероксидного чисел обраних експериментальних зразків, встановити можливі терміни їх реалізації.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Природно, як самостійно, так і у якості компонентів купажу, рослинні олії у процесі свого зберігання піддаються процесам окиснення та гідролізу. Як наслідок, це провокує небажані зміни складу (накопичення вільних жирних кислот) та значною мірою погіршують їх якість (до прикладу, зниження показника «стійкості емульсій»). Істотним змінам також підлягають біологічна та органолептична цінності жирів [9].

МНЖ та ПНЖК в складі рослинних олій не є стійкими під час зберігання та здатні чинити небажану побічну дію, пов'язану з активацією процесів перекисного окислення ліпідів і полімеризаційними перетвореннями [10]. Відомо, що пероксиди інтенсивніше накопичуються в рослинній олії з підвищеним вмістом лінолевої та ліноленової кислот й повільніше за умови збільшення кількості олеїнової кислоти. Зазначені чинники також прискорюють утворення альдегідів, які реагують з тіобарбітуровою кислотою (2-тіобарбітурова кислота) [11]. При цьому швидкість процесу окислення жирів визначається будовою радикалів ЖК, котрі входять до складу тригліцеридів, а також присутністю каталізаторів (кисень, температура, ступінь вологи, тара для зберігання) та інгібіторів окислення (антиоксидантів). Даний процес супроводжується утворенням активованих похідних молекулярного кисню (чи активних форм кисню), котрі беруть участь у реакціях вільнорадикального та перекисного окислень, що призводить до зниження стійкості жирів [6].

Псування олії супроводжується утворенням первинних продуктів окислення – вільних пероксидних радикалів, подальше окислення яких призводить до утворення вторинних сполук – альдегідів, кетонів, моно- і дикарбонових кислот, кетокислот, альдегідокислот, їх ефірів, а також інших речовин, котрі є значно токсичнішими за первинні. Тобто саме окисні та гідролітичні процеси спричиняють зміни фізико-хімічних показників олій та роблять їх не придатними до споживання [12].

Літературні дані свідчать про те, що значних змін складу, а отже і якості, рослинні олії зазнають, починаючи вже з виду агротехнічної обробки та технології отримання [13]. До прикладу, наявність або відсутність процесу рафінації – суттєво впливає на стійкість рослинних олій під час зберігання. Так, нерафінована олія відрізнятиметься порівняно низьким пероксидним числом та міститиме досить значну кількість вільних високомолекулярних ЖК. Поряд із тим рафінована олія – матиме підвищену кількість пероксидів, що може свідчити про наслідки видалення за високих температурних режимів природних

антиоксидантів (фосфоліпідів, токоферолів, каротиноїдів) [14].

Згідно проведених досліджень [15] було встановлено, що зміни складу та властивостей олій можуть відбуватися на різних стадіях рафінації. При чому спосіб рафінування впливає на антиокислювальну активність та здатність олії до зв'язування вільних радикалів. Встановлена кореляція між загальним вмістом фенольних сполук і каротиноїдів з антиокислювальною активністю пальмової олії. Зазначено, що в процесі рафінації антиокислювальна активність, загальний вміст фенольних сполук та каротиноїдів – знижувалися на 80, 26–55 та 99 % (незалежно від способу рафінування). Тобто, практично будь-яка технологія отримання рослинних олій призводить до збільшення показника пероксидного числа в декілька разів [16]. При чому інтенсивність протікання окисних процесів у результаті термолізу обумовлена присутністю в рослинних оліях значної кількості ненасичених кислот, а як наслідок термолізу, спостерігається прогіркання та зниження харчової цінності олії. Надалі погіршується її якість і олія стає непридатною до споживання [17].

У роботі [18] були встановлені оптимальні температурні режими отримання рослинних олій на прикладі лляної олії та суміші лляної та гірчичної олій (у співвідношенні 2:1). Згідно зі встановленими режимами за температури 45 °С у лляній олії не відбувається процес окислення пероксидів та подальше утворення небезпечних для організму сполук. Найменше ж значення кислотного числа для суміші олій досягається при температурі – 35 °С (оптимум зберігання даних олій становить 3 °С).

Зниження біологічної цінності рослинних олій також відбувається під час процесу їх дезодорації. Відтак, вміст каротиноїдів зменшується на 50 %, токоферолів на 15–40 %, стеролів на 10 %; знижується активність усіх жиророзчинних вітамінів. Проте дана стадія є необхідною за умови подальшого використання рослинних олій в деяких технологіях харчових продуктів. Окрім того на стадії дезодорації відбувається вилучення високотоксичних речовин: 3,4-бензиперену (вміст в оліях 0,5–15 мкг/кг), ХОП – хлорорганічних пестицидів, та деяких інших [19].

Авторами роботи [20] досліджено вплив температурних режимів дезодорування (180–240 м), як активатору для окислення триацилгліцерину й утворення продукту полімеризації в рослинній олії (оливковій олії). Тобто, здійснення технологічних операцій по переробці олій – супроводжується видаленням з них частини нативних антиоксидантів, вітамінів, а також фосфатидів (лецитину) [21].

Аналіз наукових досліджень [22] показує, що під час отримання олій методом холодного пресування ($t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$) зберігається природна кількість фосфоліпідів та токоферолів, які впливають на показники кислотного та пероксидного чисел, тримаючи їх протягом деякого часу в межах норми. Однак вихід олії за даних технологічних параметрів не є високим, що, у свою чергу, глибоко впливає на їх ціну [23].

Утворені продукти окислення чинять згубний вплив на здоров'я людини та провокують виникнення різноманітних захворювань, викликаних за рахунок накопичення продуктів окислення в клітинних мембранах [24]. Негативний

вплив термічно окислених жирів на організм людини оцінюється за рівнем ліпідів високої та низької щільності, холестерину, гемоглобіну та лімфоцитів у зразках крові обстежених хворих [25].

Задля захисту рослинних жирів від пагубних процесів автоокислення, виробники найчастіше прибігають до додавання синтетичних антиоксидантів. Найпоширенішими антиоксидантами, котрі застосовуються в олійно-жировій промисловості є аскорбілпальмітат (E304), токофероли (E307, E308, E309), пропілгалат (E310), бутилгідрокситолуол (E321), БОА – бутилгідроксианізол (E320) та ін. Проте існує ряд наукових досліджень, де розкривається аспект негативного впливу даних речовин на організм людини [26].

З цієї причини в наукових пошуках сьогодення чільне місце займають напрями забезпечення стабільності рослинних олій без внесення додаткових речовин-антиокислювачів, підбір нових видів натуральних антиоксидантів та створення «ідеальної олії», стійкої до окиснюваних процесів завдяки своєму нативному складу [27].

Природними ж антиоксидантами в рослинній олії є токофероли, зокрема α -токоферол та каротиноїди [28]. Вітамін Е – один з найсильніших природних антиоксидантів, котрий міститься в рослинних оліях. Він гальмує та протягом деякого часу інгібує процеси окислення жирів (автоокислення). При чому інтенсивність автоокислення рослинних олій знаходиться в прямій кореляції з кількістю антиоксидантів (токоферолів) в оліях. Так, максимальна стабільність рослинного жиру досягається за концентрації токоферолів – 35–55 мг/100 см³ [29]. Існують припущення, згідно з якими антиокислювальна дія вітаміну Е пов'язана з синергізмом з вітаміном А. Разом ці вітаміни блокують розвиток реакцій перекисного окислювання та значно підвищують стійкість олій до нього. При чому кількісний вміст вітаміну Е в рослинній олії залежить від генотипу, маслянистості та умов вирощування насіння олійних культур [30].

Супутніми ж речовинами, котрі також сприяють підвищенню стабільності олій під час зберігання, є фосфоліпіди, каротиноїди та токотрієноли [31].

Авторами роботи [32] визначено ступінь гальмування α -токоферолом у концентрації 50 мкг/г процесів окислення рослинних жирів (в умовах прискореного окислення за температури 60 °С). Встановлено, що більша інтенсивність сповільнення окислення спостерігалась при потрійному комбінуванні α -токоферолу, β -каротину та аскорбілпальмітату. Варто зазначити, що проявлення протиокислювального ефекту відмічається як при поєднанні β -каротину та аскорбілпальмітату, так і при їх індивідуальному застосуванні.

Встановлений вплив [33] антиоксидантних властивостей вітаміну Е на терміни зберігання рослинної олії. Підтверджена гальмуюча дія токоферолу на зростання кислотного числа, котра залежить від сорту олії та термінів її зберігання. Найбільш ефективно гальмування спостерігається при зберіганні сиродавленої олії – 1,5 місяця (гальмування у 1,5 рази), для рафінованої – 3,5 місяці (гальмування у 1,3 рази).

Отже, використання рослинних олій із природним високим вмістом токоферолів забезпечить їх стійкість під час зберігання без додаткового введення антиоксидантів, а також стабільність харчової продукції, виробленої з

використанням таких олій.

5. Методи досліджень

Для приготування експериментальних зразків молоковісних продуктів – пасти молоковісної сиркової та соусу молоковісного сметанного – використовували:

- молоко коров'яче питне пастеризоване ТМ «Яготинське» (Україна) з масовою часткою жиру (м. ч. ж.) 3,2 % (ДСТУ 2661:2010);
- вершки ультрапастеризовані ТМ «Яготинське» з м. ч. ж. 15 % (ДСТУ 7519:2014);
- сухі бактеріальні закваски (DVS-культури) ТМ «VIVO» (Україна);
- «Сир кисломолочний VIVO» (ТУ У 15.5-3060300036-001:2009);
- «Сметана» (ТУ 9223-001-18137828-2015);
- рідкий сичужний фермент «NATUREN Premium 145» (ISO 22000:2005);
- хлорид кальцію харчовий CaCl_2 ТМ «Fudix», Росія (СТО 39297743-05-2009).

У якості смакових наповнювачів в розроблені молоковісні продукти додавали сублімований порошок обліпихи (для пасти молоковісної сиркової) та суміш сублімованих порошків часнику та зеленої цибулі (для соусу молоковісного сметанного), розроблених згідно діючої нормативної документації на території України.

При виготовленні купажу використовували наступні рафіновані та дезодоровані рослинні олії: кукурудзяна ТМ «КАМА», Україна (ДСТУ ГОСТ 8808:2003), ріпакова олія та олія волоського горіху ТМ «HENRY LAMOTTE Oil», Німеччина (ISO 9001).

Для створення стійкої емульсії в якості водної фази застосовували молочну пастеризовану сироватку ТМ «Гармонія», Україна (ТУ У 43.39) та жовтковий порошок у якості натурального емульгатору природного походження – «жовток в порошок» ТМ «Фільварок», Україна (ТУ У 10.08-39319344-003:2015).

Емульсію рослинних жирів для подальшого використання в технологіях пасти молоковісної сиркової та соусу молоковісного сметанного готували згідно з раціональним співвідношенням рецептурних компонентів (встановлені попередньо проведеними науковими дослідженнями [8]). Таке співвідношення дозволить забезпечити стабільність жирової фази молоковісних продуктів – купаж рослинних олій: сироватка молочна: жовтковий порошок (3 % від кількості введеного купажу), як 21:76:3. Утворення прямої емульсії типу «олія/вода» здійснювалось за однакової оптимальної температури компонентів – молочної сироватки та купажу $t=40\text{ }^\circ\text{C}$ (температур не повинна відрізнятися більше ніж на $5\text{ }^\circ\text{C}$), при швидкості лабораторного гомогенізатору $V=1500\text{ об/хв}$, на протязі $T=5\text{ хв}$.

Готову емульсію пастеризували за температури $t=60\text{--}62\text{ }^\circ\text{C}$ протягом $T=2\text{--}3\text{ хв}$ на водяній бані та охолоджували до температури $t=20\text{--}22\text{ }^\circ\text{C}$ для подальшого введення до складу молоковісних продуктів. При чому заміна масової частки жиру розроблених пасти молоковісної сиркової та соусу молоковісного сметанного становили 9 % та 20 %, відповідно (50 % з загальної кількості жиру обох молоковісних продуктів складали рослинні олії введені в складі емульсії).

Здійснення спеціальної пробопідготовки, пов'язаної з вилученням жирової

фази з розроблених молоковмісних продуктів, здійснювалося в лабораторних умовах за наступною методикою: наважку зразків зазначених молоковмісних продуктів подрібнюють разом з безводним сульфатом натрію та екстрагують методом настоювання. Для екстракції використовують розчинники, передбачені відповідною методикою (при визначенні *КЧ* – гарячий етиловий спирт, при визначенні *ПЧ* – суміш ізookтану та льодяної оцтової кислоти). Одержаний розчин жиру аналізують згідно описаного нижче ходу роботи із застосуванням титрування. Розрахунок *КЧ* та *ПЧ* ведуть за формулами з врахуванням вмісту жиру в досліджуваному зразку [34].

Для визначення кислотного числа застосовували метод (із використанням гарячого етилового спирту) заснований на титруванні (нейтралізації) вільних жирних кислот лугом у присутності індикатора. Згідно даного методу в конічну колбу місткістю 250 см³ відбирають наважку дослідного жиру (олії). Масу наважки зразка визначають залежно від очікуваного значення кислотного числа (табл. 2).

Таблиця 2

Величина наважки олії під час визначення кислотного числа

Очікуване <i>КЧ</i> , мг КОН/г	Розмір наважки, г	Допустима похибка зважування, г
0,1–1	20	0,05
1–4	10	0,02
4–15	2,5	0,01
15–30	0,5	0,001
більше 30	0,1	0,0002

У другій колбі нагрівають до кипіння 50 см³ етилового або ізопропілового спирту, який містить 0,5 см³ фенолфталеїну. Для забарвлених олій кількість розчинника може бути збільшена до 150 см³. За температури етилового спирту вище 70 °С його обережно нейтралізують розчином гідроксиду калію. Титрування припиняють, якщо під час додавання однієї краплі лугу відбувається ледве помітна зміна кольору, що не зникає протягом 15 с.

Наливають нейтралізований етиловий спирт у першу колбу з дослідною пробою та ретельно перемішують. Доводять вміст колби до кипіння та титрують розчином гідроксиду натрію або калію з концентрацією $C=0,1$ моль/дм³ або $C=0,5$ моль/дм³ залежно від очікуваного значення кислотного числа, ретельно збовтуючи вміст колби під час титрування.

Кислотне число обчислюють за формулою:

$$KЧ=5,611 \cdot V \cdot K/m, \quad (1)$$

де 5,611 – титр 0,1 н розчину гідроксиду калію, мг/мл; V – кількість 0,1 н розчину лугу, витрачене на титрування, мл; K – поправка до титру розчину гідроксиду калію; m – маса наважки жиру (олії), г.

Використана методика визначення пероксидного числа базується на взаємодії активного пероксидного або гідрпероксидного кисню з йодоводневою

кислотою (HI) в присутності оцтової кислоти (метод дозволяє визначити ПЧ в діапазоні значень від 0 до 40 ммоль^{1/2}O/кг). Згідно даної методики наважку жиру (олії) 1 г зважують у колбу з притертою пробкою та додають 10 см³ хлороформу. Пробу розчиняють і додають 15 см³ оцтової кислоти та 1 см³ розчину йодистого калію. Після цього колбу закривають пробкою, вміст перемішують протягом 1 хв та залишають на 5 хв у темному місці за температури 15–25 °С. Потім додають 75 см³ води, ретельно перемішують та додають 5 крапель розчину крохмалю. Йод, що виділився, відтитровують 0,01 н розчиною тіосульфату натрію. Для кожного досліджуваного зразка виконують два паралельні вимірювання та контрольний дослід на чистоту реактивів за тих же умов без жиру (олії).

Пероксидне число (в мілімолях активного кисню на кілограм продукту) розраховують за формулою:

$$X=(V_1-V_0) \cdot C \cdot 1000/m, \quad (2)$$

де V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію, який використали для титрування контрольного досліду, см³; V_1 – об'єм розчину тіосульфату натрію, який використали для титрування основної проби, см³; C – концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/дм³; m – наважка досліджуваного зразка, г; 1000 – розрахунковий коефіцієнт.

Отримані експериментальні зразки зберігали протягом 21 доби для купажу та виділеного жиру з соусу молоковісного сметанного та протягом 10 діб для виділеного жиру з пасти молоковісної сиркової (в холодній камері наукової лабораторії за температури $t=+2\dots+6$ °С, без доступу світла та повітря).

Визначення органолептичних показників експериментальних зразків купажу та виділеного жиру з молоковісних продуктів проводили стандартними методами у відповідності до діючих.

Отримані результати проведеної органолептичної оцінки експериментальних зразків перевіряли на відповідність до діючих нормативних стандартів.

6. Результати досліджень

6.1. Результати досліджень кінетики окислення купажу рослинних олій

З метою доведення можливості використання створеного купажу рослинних олій в технологіях молоковісних продуктів (пасти молоковісної сиркової та соусу молоковісного сметанного) експериментальним шляхом була досліджена залежність показників кислотного та пероксидного чисел від обраного терміну окислення. Обраний термін окислення знаходиться у межах гарантійного терміну зберігання аналогічних продуктів, представлених на ринку України (з додаванням 50 % від гарантійного терміну).

Отримані результати кінетики окислення купажу приведені на рис. 1.

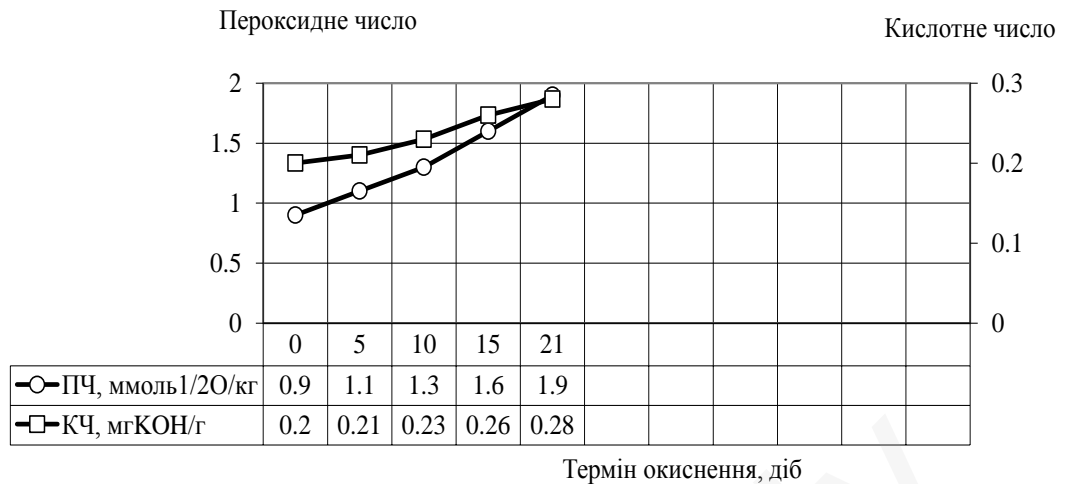


Рис. 1. Дослідження кінетики окиснення купажу (горіхова олія 36,62 %, ріпакова олія 33,96 %, кукурудзяна олія 29,42 %)

Згідно отриманих результатів приведених на рис. 1, встановлено, що на кінець обраного терміну окиснення експериментального зразку купажу показники кислотного та пероксидного чисел були збільшені до 0,28 мгКОН/г та 1,9 ммоль1/2O/кг, відповідно, на час граничного терміну придатності – 21 добу.

6.2. Результати досліджень кінетики окиснення виділеного жиру з пасти молокової сиркової

Отримані результати проведених досліджень зміни показників кислотного та пероксидного чисел попередньо виділеного жиру з пасти молокової сиркової приведені на рис. 2.

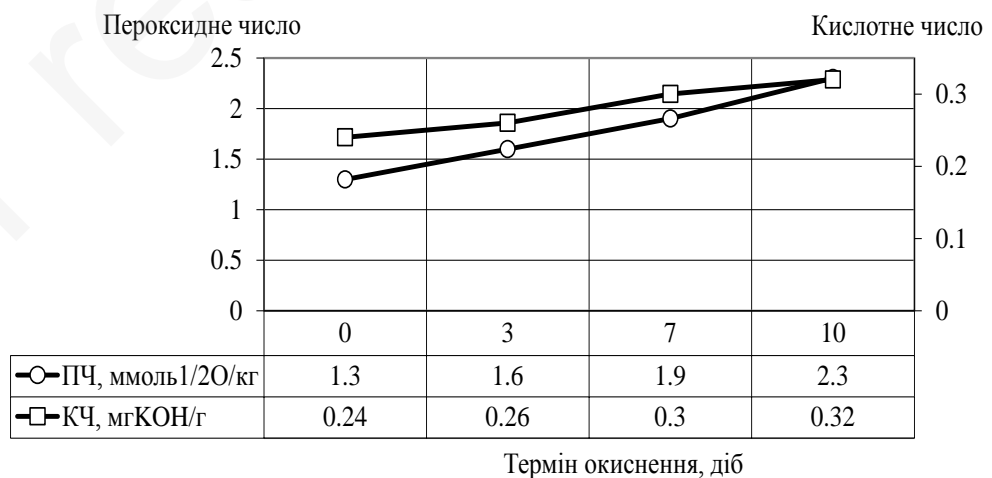


Рис. 2. Дослідження кінетики окиснення пасти молокової сиркової (термін придатності 7 діб)

У відповідності до отриманих результатів кінетики окислення виділеного жиру пасти молокової сиркової відзначається деяке підвищення показників кислотного та пероксидного чисел. Так, наприкінці гарантійного терміну придатності 7 діб показники підвищились до 0,3 мгКОН/г та 1,9 ммоль $1/2\text{O}$ /кг, відповідно. А на кінець 10 діб – до 0,32 мгКОН/г та 2,3 ммоль $1/2\text{O}$ /кг, відповідно.

6.3. Результати досліджень кінетики окислення виділеного жиру з соусу молокової сметанного

Дані експериментальних досліджень залежності показників пероксидного та кислотного чисел від терму окислення приведені на рис. 3.

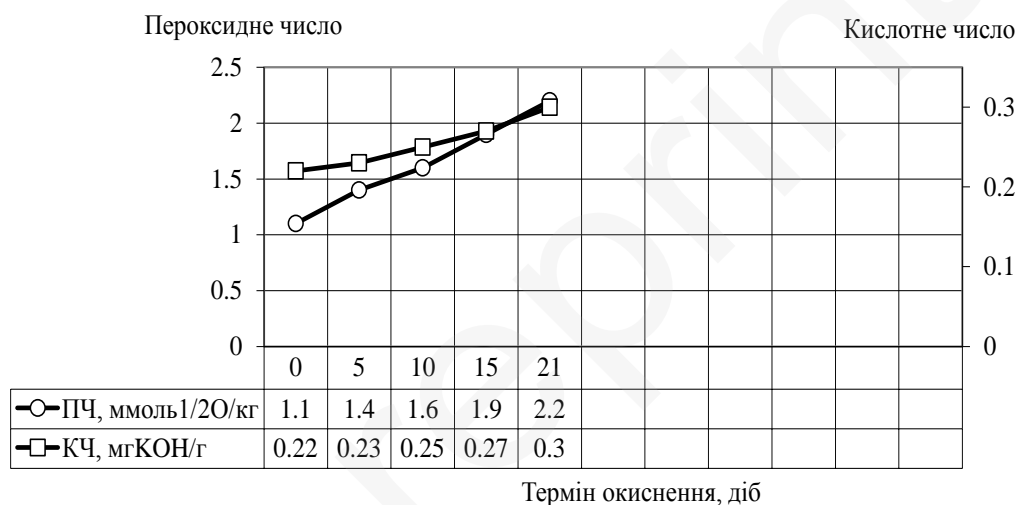


Рис. 3. Дослідження кінетики окислення соусу молокової сметанного (термін придатності 14 діб)

На підставі отриманих результатів кінетики окислення виділеного жиру з соусу молокової сметанного, приведених на рис. 3, спостерігається тенденція до поступового наростання показників кислотного та пероксидного чисел зі збільшенням часу окислення. Відмічається досягнення максимальних значень кислотного – 0,3 мгКОН/г та пероксидного чисел – 2,2 ммоль $1/2\text{O}$ /кг наприкінці граничного терміну придатності – 21 доби.

6.4. Результати органолептичних досліджень експериментальних зразків купажу рослинних олій

У зв'язку з тим, що додавання розробленого купажу рослинних олій до технології молокової продукції може впливати на його кінцеві органолептичні показники, необхідним було дослідити органолептичні характеристики експериментальних зразків купажу на протязі 21 доби (табл. 3).

Таблиця 3

Органолептичні показники експериментальних зразків купажу рослинних олій

Показник	Купаж рослинних олій		
	0 доба	10 доба	21 доба
Смак	Смак ненасичений, дещо відчутні нотки використаних олій, без гіркоти	Смак ненасичений, дещо відчутні нотки використаних олій, без гіркоти	Смак ненасичений, дещо відчутні нотки використаних олій, без гіркоти
Запах	Дуже слабкий аромат обумовлений використаними оліями	Дуже слабкий аромат, обумовлений використаними оліями	Дуже слабкий аромат, обумовлений використаними оліями
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Світло-жовтий, однорідний	Світло-жовтий, однорідний
Прозорість	Прозорий, без наявного осаду	Прозорий, без наявного осаду	Прозорий, без наявного осаду

З аналізу отриманих даних видно, що органолептичні показники протягом 21 доби зберігання змін не зазнавали. Наприкінці зберігання смак та запах залишався ненасиченим з дещо відчутними нотками використаних олій.

6.5. Результати органолептичних досліджень сумішей рослинного та тваринного жиру з пасти молокової сиркової

Результати органолептичної оцінки виділеного жиру з пасти молокової сиркової протягом зберігання наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Органолептичні показники виділеного жиру з пасти молокової сиркової

Показник	Виділений жир з пасти молокової сиркової		
	0 доба	7 доба	10 доба
Смак	Чистий, приємний, притаманний молочному жиру, мало відчутні легкі нотки купажу, без сторонніх присмаків	Притаманний молочному жиру, дещо відчутні нотки внесеного купажу, без сторонніх присмаків	Притаманний молочному жиру, мало відчутні легкі нотки купажу без сторонніх присмаків
Запах	Слабо виражений аромат купажу в поєднанні з достатньо вираженим ароматом, притаманним молочному жиру	Слабо виражений аромат купажу в поєднанні з достатньо вираженим ароматом, притаманним молочному жиру	Майже не відчутний аромат купажу з важко вловимими легкими нотками гіркоти
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Світло-жовтий, однорідний	Світло-жовтий, однорідний
Прозорість	Прозора, без наявного осаду	Прозора, без наявного осаду	Прозора, без наявного осаду

З аналізу отриманих даних, наведених в табл. 4, видно, що органолептичні показники протягом 10 діб зберігання змін не зазнавали. Наприкінці зберігання пасти сиркової смак та запах залишався молочним з дещо відчутними нотками купажу.

6.6. Результати органолептичних досліджень сумішей рослинного та тваринного жирів з соусу молоковмісного сметанного

Результати органолептичної оцінки виділеного жиру з соусу молоковмісного сметанного протягом зберігання наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Органолептичні показники виділеного жиру з соусу молоковмісного сметанного

Показник	Виділений жир з соусу молоковмісного сметанного		
	0 доба	14 доба	21 доба
Смак	Чистий, приємний, притаманний молочному жиру, відчуються легкі нотки купажу	Притаманний молочному жиру, відчуються легкі нотки купажу	Притаманний молочному жиру з важко відчутними нотками післясмаку гіркоти
Запах	Слабо виражений аромат купажу в поєднанні з достатньо вираженим ароматом, притаманним молочному жиру	Майже не відчутний аромат купажу, без сторонніх присмаків	Майже не відчутний аромат купажу з важко вловимим стороннім присмаком
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Жовтий, однорідний	Жовтий, дещо різної інтенсивності
Консистенція	Прозора, без наявного осаду	Прозора, без наявного осаду	Спостерігається слабо виражене помутніння

Аналізуючи отримані дані з табл. 5, спостерігаємо, що органолептичні показники протягом 21 доби зберігання змін не зазнавали. Наприкінці зберігання соусу сметанного смак та запах залишався молочним з важко відчутними нотками післясмаку гіркоти.

6.7. Обговорення результатів досліджень

Отримані дані кінетики окислення купажу рослинних олій, приведені на рис. 1, дозволяють зробити висновок, що підвищення показників кислотного та пероксидного чисел упродовж дослідженого терміну зберігання не відзначалося інтенсивністю. Середній поріг збільшення КЧ та ПЧ є несуттєвим та становить 0,02–0,03 мгКОН/г та 0,2–0,21 ммоль¹/2O/кг за 5 діб. Відмічене незначне підвищення концентрації вільних жирних кислот, перекисів та гідроперекисів

купажу, може бути аргументоване:

– наявністю значної кількості нативних антиокислювальних речовин й МНЖК у складі використаних олій;

– дотриманням належних умов зберігання (за температури $t=+2\dots+6$ °С, без доступу світла та повітря).

У відповідності до здійснених досліджень (рис. 2 та рис. 3) відмічається кореляційна залежність показників кислотного та пероксидного чисел, обумовлена їх поступовим наростанням на протязі усього терміну зберігання. Середній поріг збільшення КЧ та ПЧ для експериментальних зразків виділеного жиру з пасти молоковмісної сиркової та соусу молоковмісного сметанного складають 0,25–0,3 мгКОН/г та 0,3–0,35 ммоль $1/2$ O/кг (за 3 доби) та 0,3 мгКОН/г та 0,2 ммоль $1/2$ O/кг (за 5 діб), відповідно. Різниця між початковими даними КЧ та ПЧ експериментальних зразків сумішей жиру пов'язана з титрованою кислотністю продуктів, з яких вони були виділені.

Згідно даних, представлених на рис. 2 та рис. 3, стрибкоподібного збільшення кількості утворення вільних жирних кислот та процесу утворення пероксидів у дослідних зразках суміші жирів не спостерігається. Затримання інтенсивності їх накопичення обумовлене наявністю нативних антиокислювальних речовин у складі купажу. Зокрема, токоферолів – β -, γ -, δ -токоферолів (у великій кількості містяться в ріпаковій олії), а також відсутністю дії основних активаторів окислення ліпідів. Таких як збільшення концентрації кисню в оліях, дії ультрафіолетового випромінювання, підвищені температурні режими зберігання та ін.

Згідно отриманих результатів здійснення органолептичної оцінки експериментальних зразків купажу та виділеного жиру з молоковмісних продуктів суттєвих змін на протязі дослідженого терміну зберігання не виявлено. Необхідно відмітити, що небажані гіркий та трав'янистий присмаки, характерні ріпаковій олії в складі дослідних зразків, відсутні. Дана, майже повна знеособленість використаних рослинних олій, обґрунтована вибором зразків продуктів, котрі попередньо пройшли технологічні стадії рафінації та дезодорації.

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. Позитивним ефектом від проведених наукових досліджень можна вважати експериментально підтверджену можливість використання купажу рослинних олій у технологіях молоковмісних продуктів (пасти молоковмісної сиркової з обліпихою та соусу молоковмісного сметанного з сумішшю часнику та зеленої цибулі). Окрім того, отримані результати кінетики окислення купажу рослинних олій дозволяють його рекомендувати в якості замітника молочного жиру, котрий не потребує додаткового введення антиокислювальних речовин.

Weaknesses. Використані умови зберігання експериментальних зразків та проведення досліджень в обов'язковому порядку передбачають дотримання усіх зазначених технологічних параметрів. Проте на практиці, при виробництві харчової продукції, є можливість виникнення ряду надзвичайних ситуацій, котрі не були враховані при постановці експериментів. Тобто дії зовнішніх чинників,

спровокованих «людським фактором». У зв'язку з цим, вартими уваги є дослідження кінетики окислення купажу та виділеного жиру з молоковісних продуктів при процесах автоокислення. А саме: впливу ультрафіолетового випромінювання, підвищених температурних режимів зберігання продукції, недотримання мікробіологічної чистоти на виробництві та ін.

Opportunities. Впровадження результатів проведених наукових досліджень у технології молоковісних продуктів чинитимуть як економічний, так і соціальний ефекти. Для підприємства-виробника використання розробленого купажу рослинних олій, як складової молоковісних продуктів, дозволить мінімізувати фінансові затрати. Економічний ефект в даному випадку досягатиметься за рахунок відсутності потреби в додатковому введенні антиоксидантів чи інших антиокислювальних речовин. Підтвердженням цьому слугують отримані результати показників кислотного та пероксидного чисел, котрі на протязі граничного терміну придатності молоковісних продуктів знаходяться в межах норми.

Соціальний ефект від впровадження результатів проведених досліджень досягатиметься за рахунок можливості розширення асортиментного ряду молоковісних продуктів з функціональними властивостями.

Варто зазначити, що завдяки тенденції до збільшення актуальності здорового способу життя в світовому суспільстві, чималого попиту набирає продукція функціонального призначення. Саме при виробництві молоковісних продуктів, завдяки своєму комбінуванню з рослинною сировиною, досягається направлене регулювання складових компонентів. Таким чином з'являється можливість надання продукту функціональних властивостей. Однак постає питання впливу введення рослинних жирів на кінетику окиснення впродовж усього терміну зберігання та необхідність додаткового внесення синтетичних антиокислювальних речовин. У зв'язку з цим отримані результати досліджень, котрі засвідчують можливість використання купажу в складі молоковісних продуктів без додавання синтетичних антиокислювальних речовин, є перспективними для всіх країн світу. Адже технології створення функціональних продуктів харчування в світі передбачають відсутність будь-яких синтетичних компонентів у своєму складі.

На підставі ймовірності виникнення непередбачуваних ситуацій на виробництві, перспективними є дослідження, котрі будуть давати оцінку кінетики окислення купажу за зазначених вище умов. Окрім того, відкритим залишається питання термінів, за яких показники кислотного та пероксидного чисел купажу досягатимуть максимально допустимих значень. Їх встановлення дасть змогу визначити ряд функціональних харчових продуктів, у технологіях яких його використання буде недоцільним.

З метою розширення сфер застосування розробленого купажу рослинних олій, перспективними також є дослідження, направлені на доведення можливості його використання в технологіях оліє-жирової продукції.

Threats. Задля здійснення впровадження отриманих результатів дослідження на підприємстві, стаття додаткових витрат буде пов'язана з

закупівлею емульгатору (жовткового) для створення емульсій, а також подальшою пастеризацією.

8. Висновки

1. Досліджено динаміку зміни кислотного та пероксидного чисел розробленого купажу на основі натуральних рослинних олій та попередньо виділених сумішей рослинного та тваринного жирів з пасти молоковмісної сиркової та соусу молоковмісного сметанного. Отримані дані свідчать, що підвищення показників кислотного та пероксидного чисел упродовж дослідженого терміну зберігання не відзначаються інтенсивністю. Середній поріг збільшення кислотного та пероксидного чисел є несуттєвим та становить 0,02–0,03 мгКОН/г та 0,2...0,21 ммоль $1/2O$ /кг за 5 діб.

У відповідності до отриманих результатів кінетики окислення виділеного жиру пасти молоковмісної сиркової відзначається деяке підвищення показників кислотного та пероксидного чисел, а саме: наприкінці 7 діб – до 0,3 мгКОН/г та 1,9 ммоль $1/2O$ /кг, відповідно, та наприкінці 10 діб – до 0,32 мгКОН/г та 2,3 ммоль $1/2O$ /кг. На підставі отриманих результатів кінетики окислення виділеного жиру з соусу молоковмісного сметанного спостерігається тенденція до поступового наростання показників кислотного та пероксидного чисел зі збільшенням часу окислення. Відмічається досягнення максимальних значень кислотного – 0,3 мгКОН/г та пероксидного чисел – 2,2 ммоль $1/2O$ /кг наприкінці граничного терміну придатності – 21 доби.

2. Здійснено органолептичні дослідження експериментальних зразків купажу рослинних олій та виділених сумішей рослинного та тваринного жирів з пасти молоковмісної сиркової й соусу молоковмісного сметанного. Внаслідок чого встановлено, що суттєвих змін на протязі дослідженого терміну зберігання не виявлено.

3. Опираючись на отриманні данні досліджень органолептичних показників та динаміки зміни кислотного та пероксидного чисел обраних експериментальних зразків встановлено можливі терміни реалізації: для пасти молоковмісної сиркової – 7 діб, для соусу молоковмісного сметанного – 14 діб.

Подяка

Дослідження здійснювали в межах науково-дослідної роботи (НДР) «Реалізації ресурсозберігаючих методів модифікації функціонально-технологічних характеристик молочної сироватки в технологіях харчових продуктів цільового призначення» (№ держреєстрації 0120U100868), Україна.

Література

1. Остриков, А. Н., Горбатова, А. В., Филипцов, П. В. (2016). Анализ жирнокислотного состава масел арахиса и грецкого ореха. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*, 4, 37–42.
2. Прокопенко, Л. Г., Бойняжева, Л. И., Павлова, Е. В. (2009). Полиненасыщенные жирные кислоты в растительных маслах. *Масложировая*

промисленість, 2, 11–12.

3. Сафонова, Е. Ф., Сливкин, А. И., Фролова, О. В., Коренская, И. М. (2006). Изучение стабильности и сроков годности масла семян амаранта. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, 1*, 213–215.

4. Belemets, T., Yushchenko, N., Lobok, A., Radzievskaya, I., Polonskaya, T. (2016). Optimization of composition of blend of natural vegetable oils for the production of milk-containing products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (11 (83))*, 4–9. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.81405>

5. Martin-Moreno, J. M. (2000). The role of olive oil in lowering cancer risk: Is this real gold or simply pinchbeck? *Journal of Epidemiology & Community Health, 54 (10)*, 726–727. doi: <http://doi.org/10.1136/jech.54.10.726>

6. Радзієвська, І. Г., Мельник, О. П. (2015). Кінетичні характеристики природних антиоксидантів рослинних олій. *Наука та інновації, 11 (4)*, 32–37. doi: <http://doi.org/10.15407/scin11.04.032>

7. Belemets, T., Yushchenko, N., Lobok, A., Radzievskaya, I., Polonskaya, T. (2016). Mathematical development program for calculation of fatty acid composition blend of vegetable oils. *EUREKA: Life Sciences, 4*, 57–66. doi: <http://doi.org/10.21303/2504-5695.2016.00192>

8. Belemets, T., Radzievskaya, I., Yushchenko, N., Kuzmyk, U. (2020). Determining the efficiency of using egg products for the stabilization of emulsion when making milk-containing curds-based products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (106))*, 14–23. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210006>

9. Nogueira, M. S., Scolaro, B., Milne, G. L., Castro, I. A. (2019). Oxidation products from omega-3 and omega-6 fatty acids during a simulated shelf life of edible oils. *LWT, 101*, 113–122. doi: <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.044>

10. Özcan, M. M., Arslan, D. (2011). Antioxidant effect of essential oils of rosemary, clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils. *Food Chemistry, 129 (1)*, 171–174. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.055>

11. Сирохман, І. В. (2015). Проблеми поліпшення споживних властивостей і стабілізації якості рослинних олій. *Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча, 15*, 71–76. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlca_2015_15_15

12. Chakraborty, N., Muhie, S., Kumar, R., Gautam, A., Srinivasan, S., Sowe, B. et. al. (2017). Contributions of polyunsaturated fatty acids (PUFA) on cerebral neurobiology: an integrated omics approach with epigenomic focus. *The Journal of Nutritional Biochemistry, 42*, 84–94. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.12.006>

13. Смоляр, В. І. (2008). Сучасні проблеми якості харчових жирів. *Проблеми харчування, 3/4*, 5–12. Available at: http://medved.kiev.ua/web_journals/arhiv/nutrition/2008/3-4_08/str05.pdf

14. Landucci, G., Pannocchia, G., Pelagagge, L., Nicoletta, C. (2013). Аналіз та моделювання процесу переробки промислової рослинної олії. *Журнал харчової техніки, 116 (4)*, 840–851.

15. Szydłowska-Czerniak, A., Łaszewska, A. (2015). Effect of refining process on antioxidant capacity, total phenolics and prooxidants contents in rapeseed oils. *LWT – Food*

Science and Technology, 64 (2), 853–859. doi: <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.069>

16. Seppanen, C. M., Csallany, A. S. (2006). The effect of intermittent and continuous heating of soybean oil at frying temperature on the formation of 4-hydroxy-2-trans-nonenal and other α -, β -unsaturated hydroxyaldehydes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83 (2), 121–127. doi: <http://doi.org/10.1007/s11746-006-1184-0>

17. Бондаренко, Ж. В., Эмелло, Г. Г., Хаванская, О. И. (2016). Влияние термообработки на устойчивость к окислению и жирнокислотный состав смеси растительных масел. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*, 4, 162–166.

18. Мацьків, О. О., Солод, М. І., Василькевич, В. О., Івасів, В. В. (2015). Вивчення основних показників якості суміші лляної, конопляної та гірчиної олій для застосування їх у харчуванні. *Харчова промисловість*, 18, 32–37. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khp_2015_18_8

19. Verhé, R., Verleyen, T., Van Hoed, V., De Greyt, W. (2006). Influence of refining of vegetable oils on minor components. *Journal of Oil Palm Research*, 4, 168–179.

20. Caponio, F., Pasqualone, A., Catalano, P., Gomes, T., Summo, C. (2004). Influenza della temperatura iniziale del frangitore sulla qualità degli oli extra vergini di oliva estratti. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 81 (1), 19–22.

21. Боряев, Г. И., Погосян, Д. Г. (2008). Использование селенопирана в качестве антиоксиданта в масложировых продуктах. *Технология переработки сельскохозяйственной продукции*, 2, 76–79.

22. Шеманська, Є. І. (2012). Склад і біологічна цінність олій холодного пресування. *Вісник ДонНУЕТ. Сер. Технічні науки*, 1 (53), 221–225.

23. Frenoux, J.-M. R., Prost, E. D., Belleville, J. L., Prost, J. L. (2001). A Polyunsaturated Fatty Acid Diet Lowers Blood Pressure and Improves Antioxidant Status in Spontaneously Hypertensive Rats. *The Journal of Nutrition*, 131 (1), 39–45. doi: <http://doi.org/10.1093/jn/131.1.39>

24. Leong, X. F., Ng, C. Y., Jaarin, K., Mustafa, M. R. (2015). Effects of repeated heating of cooking oils on antioxidant content and endothelial function. *Austin Journal of Pharmacology and Therapeutics*, 3 (2), 1068.

25. Falade, A., Oboh, G., Okoh, A. (2017). Potential Health Implications of the Consumption of Thermally-Oxidized Cooking Oils – a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67 (2), 95–105. doi: <http://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0028>

26. Хацкевич, Ю. М., Непочатих, Т. А., Іванченко, О. С. (2011). Зміни якості жирових компонентів у майонезній продукції під час зберігання. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, 1, 282–287. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2011_1_47

27. Ефименко, С. Г., Ефименко, С. К., Быкова, С. Ф., Давиденко, Е. К. (2012). Новые виды подсолнечного масла с измененным жирнокислотным составом. *Масложировая промышленность*, 4, 16–18.

28. Некрасова, Т. Э. (2005). Натуральные антиоксиданты для масложировой продукции. *Масла и жиры*, 4, 2–3.

29. Aluyor, E. O., Ori-Jesu, M. (2008). The use of antioxidants in vegetable oils – A review. *African Journal of Biotechnology*, 7 (25), 4837–4842. Available at: <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59677>

30. Федак, Н. В., Дихтярь, А. М., Кириченко, В. В., Тимчук, С. М., Поздняков, В. В., Тимчук, В. М. (2012). Динаміка вмісту токоферолів в оліях соняшнику з різним жирнокислотним складом в процесі нагрівання. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 12 (4), 139–145.

31. Паронян, В. Х., Восканян, О. С. (2004). Анализ влияния различных факторов на качество жиров. *Масложировая промышленность*, 2, 10–11.

32. Karabulut, I. (2010). Effects of α -tocopherol, β -carotene and ascorbyl palmitate on oxidative stability of butter oil triacylglycerols. *Food Chemistry*, 123 (3), 622–627. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.080>

33. Паламарчук, А. І., Лашко, Н. П. (2015). Вплив антиоксидантних властивостей вітаміну Е на термін зберігання рослинної олії. *Актуальні питання біології, екології та хімії*, 10 (2), 83–90. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apd_2015_10_2_11

34. Pasichnyi, V., Shevchenko, O., Khrapachov, O., Marynin, A., Radzievskaya, I., Matsuk, Y. et. al. (2020). Prognostication of storage terms for pasteurized sausages with active package elements. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 34–43. doi: <http://doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001376>