

**УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ  
ОЛІЙ ТА ЖИРІВ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:  
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКИ ТА ПРАКТИКИ**

Випуск 7

Харків  
2023

Наукове видання

**Свідоцтво про державну реєстрацію**

Серія КВ №22159-12059ПР від 27.05.2016 р.

Мова статей – українська, російська, англійська

*Авторський текст не редагувався*

**Редакційна колегія:**

**Головний редактор:** П.Ф. Петік, канд. техн. наук, УкрНДІОЖ НААН.

**Заступник головного редактора:** В.Ю. Папченко, канд. техн. наук, с.н.с.,  
УкрНДІОЖ НААН;

**Відповідальний секретар:** Т.В. Матвєєва, канд. техн. наук, с.н.с.,  
УкрНДІОЖ НААН.

**Редакційна колегія:**

Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», УкрНДІОЖ НААН;

І.М. Демидов, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»; УкрНДІОЖ НААН;

П.О. Некрасов, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

А.П. Мельник, д-р техн. наук, проф., УкрНДІГаз;

Т.Т. Носенко, д-р техн. наук, проф., НУХТ;

Л.В. Кричковська, д-р біол. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

І.В. Кузнецова, д-р с.-г. наук, с.н.с., НААН;

І.В. Левчук, докт. техн. наук, доц., ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»;

І.П. Петік, канд. техн. наук, УкрНДІОЖ НААН;

Н.С. Старосельська, канд. техн. наук, УкрНДІОЖ НААН;

А.П. Белінська, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ»; УкрНДІОЖ НААН;

З.П. Федякіна, УкрНДІОЖ НААН.

Рекомендовано до друку Вченою радою УкрНДІОЖ НААН.

Протокол № 10 від 15 грудня 2023 р.

УДК 665.3

## ОЛІЄЖИРОВА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

**П.Ф. ПЕТИК**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.Ю. ПАПЧЕНКО**, кандидат технічних наук, с.н.с., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т.В. МАТВЄЄВА**, кандидат технічних наук, с.н.с., доцент, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

*У роботі надано аналіз сучасного стану виробництва олій та продуктів їх переробки в Україні. Всього за десять місяців 2022/23 маркетингового року перероблено близько 11,5 млн тонн насіння соняшнику. Обсяг експорту соняшнику у червні скоротився до мінімуму з березня 2022 року, склавши 16 тис. тонн. За десять місяців 2022/23 маркетингового року до ЄС було експортовано 1,95 млн тонн соняшникової олії, що на 32 % більше показника в аналогічний період попереднього сезону, крім того з України відвантажено на зовнішні ринки майже 3,5 млн тонн соняшникового шроту, що на 21 % перевищує показник попереднього сезону. У червні переробка сої збільшилася на 19 % відносно показника травня місяця, а саме до 164 тис. тонн, в той час як експорт скоротився на 14 %, склавши 214 тис. тонн. Основним імпортером ріпаку в 2022/23 маркетинговому році залишився ЄС з часткою 90 % проти 67 % у 2021/22 маркетинговому році. УкрНДІОЖ НААН сприяє активній підтримці роботи олієжирової галузі України у сучасних умовах, проводяться наукові дослідження, які зосереджені на напрямках, що продиктовані нагальною потребою підприємств галузі.*

**Ключові слова:** насіння соняшнику, соя, ріпак, нерафінована олія, олієжирова галузь, експорт

**Вступ.** Олієжирова галузь має стратегічне значення для України. Забезпечуючи споживачів своєю продукцією і виступаючи замовником та споживачем сільськогосподарської сировини і продуктів інших галузей, вона має мультиплікативний ефект міжгалузевих зав'язків.

Виробництво в олієжировій галузі є майже безвідходним. Олія, що отримується в процесі екстрагування, є самостійним харчовим продуктом або використовується для виробництва інших харчових продуктів; шрот (макуха) є одним із компонентів для виробництва комбікормів для тварин; лушпиння соняшнику гранулюється і застосовується як альтернативне паливо; отриманий у процесі водної гідратації олії фосфатидний концентрат

використовується завдяки високій біологічній цінності у хлібопекарській промисловості.

**Мета дослідження** – аналіз сучасного стану виробництва олій в Україні за десять місяців 2022/23 маркетингового року (МР) на основі економічного аналізу техніко-економічних показників ефективності роботи підприємств олієжирової галузі України.

**Результати досліджень.** Особливістю вітчизняної олієжирової галузі є високий рівень концентрації виробництва. Більше половини виробничих потужностей галузі припадає на великі промислові групи такі компанії, як *Cargill*, *Bunge* та холдинг "Кернел Груп", питома вага яких у загальному обсязі виробництва постійно збільшувалась. Галузі притаманні використання ресурсозберігаючих технологій, високий рівень конкуренції, інвестиційна привабливість підприємств, їхня експортна орієнтація та участь у продуктивній безпеці країни. Україна отримала статус найбільшого в світі виробника та безумовного лідера серед експортерів соняшникової олії, якість якої визнана в більш ніж 125 країнах світу.

Початок військових дій суттєво вплинув на показники роботи олієжирової галузі. До початку масштабного вторгнення галузь була представлена 64 переробними підприємствами та 48 олійноекстракційними заводами, включала 16 терміналів у 6 портах, елеваторні комплекси, розбудовану логістику. Створені в Україні потужності з переробки олійних культур збільшилися з 2,6 млн тонн в 1998 році до 24 млн тонн у 2021-2022 роках, тобто у 9,6 рази, і давали змогу переробляти весь вирощений урожай (сої, ріпаку та соняшнику) [1].

2021/22 МР передбачався як один найуспішніших для олієжирового комплексу України, виходячи з рекордного урожаю насіння соняшнику 2021 року - 16,4 млн. тонн та урожаю насіння основних видів олійних культур в цілому до понад 23 млн. тонн. Проте, широкомасштабна агресія проти України призвела до непередбачуваних негативних наслідків для всієї промисловості, в тому числі і для олієжирової галузі, зруйнувавши всі прогнози [1].

Теперішній період функціонування олієжирової галузі зумовлений впливом значної кількості чинників, яким притаманний високий рівень варіативності. Варто зазначити, що стабільність роботи підприємств галузі залежить від забезпечення підприємств сировиною. Основний обсяг торгівлі соняшником відбувався в центральній та південній частинах країни, де зосереджені переробники, що продовжують роботу. На даний час галузь представлена підприємствами, що працюють у жорстких умовах. Основною олійною сировиною, що переробляється вітчизняними підприємствами, залишається насіння соняшнику. У табл. 1 та табл. 2 представлено показники переробки насіння соняшнику, виробництва олії, шроту (макухи) та показники їх експорту.

В червні 2023 року учасники ринку сповіщали, що частина заводів призупинила переробку соняшнику на тлі зниження цін попиту на

соняшникову олію в квітні-травні. Також деякі переробники планували у липні-серпні переключитися на переробку ріпаку [1, 2].

В червні переробка соняшнику в Україні скорочувалась другий місяць поспіль, склавши 888 тис. тонн, що на 21 % поступається травневій переробці та стало мінімальним показником з початку поточного сезону. Всього за вересень-червень 2022/23 маркетингового року перероблено близько 11,5 млн тонн. Обсяг експорту соняшнику у червні скоротився до мінімуму з березня 2022 року, склавши 16 тис. тонн. Основним покупцем залишається Туреччина, проте і в даному напрямку експорт скорочується - у червні місяці до Туреччини було відвантажено 7,6 тис. тонн, що на 77 % нижче травневого показника і зумовлено підвищенням імпортного мита на дану олійну. Ще 8,3 тис. тонн було відвантажено до ЄС [2].

Таблиця 1 - Показники роботи олієжирових підприємств за вересень-червень 2021/22 та 2022/23 маркетингових років [1, 2]

Найменування	Тис. тонн					Зміни, %	
	2023		2022	вересень-червень		до попереднього місяця	з початку поточного сезону
	червень	травень	червень	22/23	21/22		
Переробка:							
Насіння соняшнику	887,5	1128,0	524,9	11 490	10 161	-21	13
Виробництво:							
Олії нерафінованої соняшnikової	382,9	487,9	230,6	4 960	4 417	-22	12
Шроту / макухи	339,4	431,0	206,2	4 403	3 985	-21	10
Експорт:							
Насіння соняшнику	16,3	45,8	537,4	1 841	1 095	-64	68

Таблиця 2 - Показники експорту олії та шроту соняшnikового [1, 2]

Найменування	Тис. тонн				Зміни, %	
	2023	2022	вересень-червень		по червню	з початку поточного сезону
	червень	червень	22/23 МР	21/22МР		
Соняшnikова олія	475,7	285,7	4 689,9	3 835,6	66	22,3
Соняшnikовий шрот (макуха)	388,9	111,5	3 456,4	2 850,9	х3,5 рази	21

Експорт соняшnikової олії в червні збільшився до 476 тис. тонн, що на 5 % вище показника попереднього місяця (табл. 2). За десять місяців 2022/23 МР до ЄС було експортовано 1,95 млн тонн олії, що на 32 % більше показника в аналогічний період попереднього сезону. В той же час варто зазначити, що Україна збільшила свою частку в загальному імпорті країнами ЄС даної продукції у вересні-червні до 88 % проти 82 % минулого сезону.

Перед повним припиненням роботи «зернового коридору» українські компанії активно експортували соняшникову олію - за 6 днів липня було заявлено до експорту трохи більш ніж 120 тис. тонн даної продукції, що стало максимальним показником для вказаного періоду за останні три місяці [2].

З початку 2022/23 МР (вересень-червень) з України відвантажено на зовнішні ринки майже 3,5 млн тонн соняшникового шроту, що на 21 % перевищує показник попереднього сезону. Китай залишився лідером рейтингу за сезон з часткою 45 % (48 % за вересень-червень попереднього сезону). ЄС збільшив свою частку до 39 % з 27 %. Крім того, частка українського шроту в загальному імпорті даної продукції Євросоюзом у поточному сезоні (вересень-червень) зросла до 44 % проти 33 % у попередньому маркетинговому році [2].

Таблиця 3 - Показники експорту сої та продуктів її переробки [2]

Найменування	Тис. тонн				Зміни, %	
	2023	2022	вересень-червень		по червню	з початку поточного сезону
	червень	червень	22/23 МР	21/22 МР		
Соєві боби	213,7	89,1	2 986,4	1 127,9	x2,4 рази	x2,6 рази
Соєвий шрот (макуха)	46,1	26,9	496,1	383,4	71	29
Соєва олія	29,8	17,3	243,2	198,5	72	23

У червні переробка сої збільшилася на 19 % відносно показника травня місяця, а саме до 164 тис. тонн, в той час як експорт скоротився на 14 %, склавши 214 тис. тонн. За вересень-червень 2022/23 МР з України було експортовано майже 3 млн тонн сої, що вже стало рекордним обсягом відвантаження на зовнішні ринки за всю історію, перевершивши попередній максимум 2,9 млн тонн в сезоні 2016/17 МР в цілому. Основним імпортером у поточному сезоні залишається ЄС з часткою 47 % та збільшенням в 3,1 рази. Туреччина теж зберігає за собою друге місце в рейтингу з часткою 32 %. Збільшення експорту у даному напрямку відбулося в 2,4 рази. Також варто відзначити суттєвий приріст відвантажень української сої в сезоні-2022/23 до Єгипту, особливо в травні-червні. Частка даної країни в загальному експорті сої з України зросла до 15 %, в той час як обсяги відвантаження у даному напрямку збільшилися в 17 разів [2].

Таблиця 4 - Показники експорту ріпаку [2]

Найменування	Тис. тонн				Зміни, %	
	2023	2022	липень-червень		по червню	з початку поточного сезону
	червень	червень	22/23 МР	21/22 МР		
Ріпак	9,2	13,0	3 422,1	2 714,9	-30	26

У червні місяці спостерігалось підвищення попиту на український ріпак з боку Центральної та Північної Європи через посуху в даних регіонах. Темпи торгівлі зростали в напрямку як портів Дунаю, так і західних кордонів, в той час як попит в портах Одеси був низьким. Також відзначалося підвищення попиту на ріпак з боку внутрішніх переробників. Основним імпортером ріпаку в 2022/23 МР залишився ЄС з часткою 90 % проти 67 % у 2021/22 МР. Україна теж збільшила свою частку в загальному імпорті ріпаку країнами ЄС - до 40 % проти 30 % у попередньому році [1, 2].

В структурі експорту товарів агропромислового комплексу у 2022 році, частка основних видів олієжирової продукції становить 30 %, а частка насіння олійних культур - 16,1 % (за даними Асоціації Укроліяпром [1]).

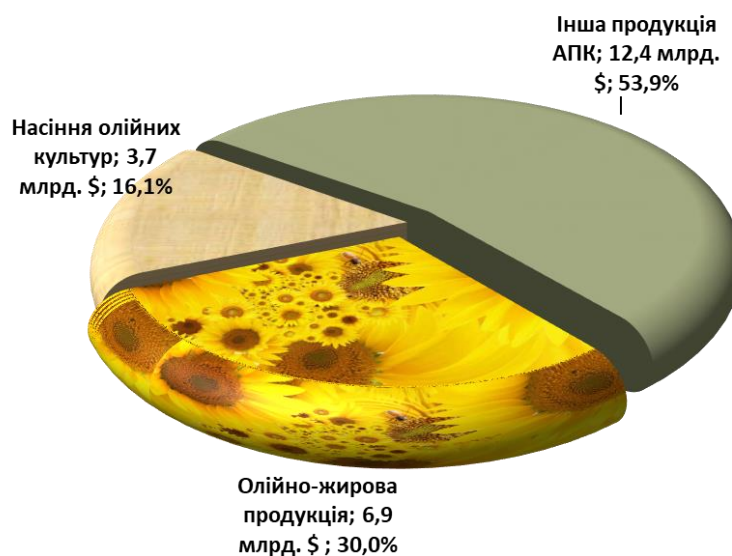


Рисунок 1 – Структура експорту товарів агропромислового комплексу за 2022 рік

Активній підтримці роботи олієжирової галузі у сучасних умовах сприяє плідна співпраця науковців УкрНДІОЖ НААН з галуззю. В рамках програми наукових досліджень НААН 40 «Переробка насіння олійних культур. Олія та жири» УкрНДІОЖ НААН проводяться наукові дослідження, які зосереджені на напрямках, що продиктовані нагальною потребою підприємств олієжирової галузі України, а саме

- розробка технологій та елементів технологій для зберігання і переробки олієвмісної сировини;
- якість та безпечність олій, жирів і продуктів їх переробки;
- удосконалення методів технічного регулювання і нормативно-технічної бази для олієжирової галузі України.

З метою вирішення виникаючих проблем олієжирової галузі та для розвитку галузі й надалі у складному поточному році фахівцями УкрНДІОЖ НААН в рамках Програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України одержано результати фундаментальних та прикладних досліджень, що використовуються підприємствами галузі.

В рамках фундаментальних досліджень продовжуються роботи над вирішення завдання зниження вмісту транс-ізомерів жирних кислот в жировій продукції. Науковцями УкрНДІОЖ НААН представлено принципово нові наукові підходи з вирішення проблеми створення жирових систем з мінімальним вмістом трансізомерів жирних кислот. Перший підхід – біокаталітичне модифікування жирів, в разі необхідності доповнене фракціонуванням, а другий – синтез жирових систем шляхом створення олеогелів з мінімальним вмістом транс-ізомерів жирних кислот і найбільш перспективний метод одержання жирових композицій без транс-ізомерів жирних кислот - хімічного переестерифікування з заміною класичного каталізатору – метилату натрію. В результаті буде одержано відповідні Методології.

Для забезпечення повноцінного харчування людини все більше уваги стали приділяти отриманню продуктів нового покоління – комбінованих продуктів гарантованої харчової та біологічної цінності з використанням вторинних продуктів насіння олійних культур. В цьому напрямку фахівцями УкрНДІОЖ НААН проводяться дослідження з розробки Методології проектування гарантованої харчової та біологічної цінності комбінованих продуктів з вторинних продуктів насіння олійних культур; Методологія створення білково-жирових продуктів з використанням насіння олійних культур та продуктів його переробки; Методологія технологічної обробки олійного насіння різних культур для інактивації гідролітичних, окисно-відновних, а також інгібіторів протеолітичних ферментів.

Оскільки застосування антиоксидантів за високих температур наразі є недостатньо вирішеною проблемою та з метою розробки сучасного комплексного принципу перевірки ефективності антиоксидантів та антиоксидантних систем природного та синтетичного походження, оперативного встановлення закономірності окиснення різних видів рослинних жирів фахівцями УкрНДІОЖ НААН проводяться дослідження з розробки Методології оцінки стабільності жирів під час інтенсивної теплової обробки з використанням диференційної скануючої калориметрії та відповідної нормативної документації. Результати роботи безпосередньо впливатимуть на безпечність та якість сучасних продуктів харчування.

З метою визначення строків придатності олієжирової продукції постійно йде робота над розширенням Баз даних періодів індукції окиснення олій соняшникових рафінованих і нерафінованих різного ступеню очистки в діапазоні температур +90...+110 °С на диференційному скануючому калориметрі.

Розроблено Рецептуру сумішей олії з різними смакоароматичними природними домішками, що характеризуються наявністю активних компонентів та підвищеною стійкістю до окиснювального та гідролітичного псування олій. Проект нормативної документації на суміш олії з смакоароматичними природними домішками.

Оскільки однією з важливих умовою функціонування підприємств олієжирової галузі є випуск якісної, конкурентоспроможної продукції, то у



нагоді будуть дослідження, що проведено УкрНДІОЖ НААН і які обмовлені нагальною потребою підприємств олієжирової галузі в наявності даних щодо значення масової частки олеїнової кислоти відповідно до значень показника заломлення олії насіння соняшнику високоолеїнових сортів та гібридів в залежності від показника кислотного числа цих олій задля швидкого та менш витратного контролю якості олійної сировини, жирової продукції, технологічних процесів та використання в своїй економічній діяльності.

З метою реалізації концепції здорового харчування, що має знайти успіх у споживача, та розширення асортименту білково-жирових продуктів підвищеної харчової цінності фахівцями УкрНДІОЖ НААН розроблено Рекомендації виробникам олієжирової продукції щодо технології та рецептура білково-жирової суміші швидкого приготування з використанням олійної, зернової і молочної сировини та Рекомендації щодо складання рецептур крем-пасти на основі ядра з насіння соняшнику зі зниженою кількістю жирів, надано оптимальну рецептуру продукту з заданими споживчими властивостями, розроблено проєкт нормативної документації на отриманий продукт.

Задля створення умов для зниження ризику отримання травм на підприємстві розроблено Проєкт правил безпеки у виробництві олій методом пресування та екстракції.

Впровадження створених розробок потребує нормативно-технічного супроводу (методик, технологічних інструкцій, рекомендацій), що забезпечуватиме регламентацію технологічних операцій та параметрів виробництва, характеристик продукту, складу рецептур, вимог до режимів і термінів зберігання, методів контролювання показників олієжирових продуктів.

УкрНДІОЖ НААН в період роботи в умовах воєнного стану, для підприємств галузі розроблено технологічну документацію, що сприяє збільшенню продуктивності та підвищенню якості продукції олієжирових підприємств. Впродовж 2022 року для підприємств олієжирової галузі переглянуто або розроблено та запроваджено і актуалізовано: 18 технологічних регламентів, 5 технічні умови, 2 інструкції та 2 виробничі норми відходів та втрат. Науковцями установи виконано науково-технічні дослідження та розроблено близько 50 Технічних висновків щодо визначання мінімальних термінів придатності олій та шротів. Одержані результати досліджень впроваджені на більш ніж 30 підприємствах олієжирової галузі України для виробництва, маркування та оформлення супровідної документації готової продукції. З сім місяців 2023 року роках переглянуто, розроблено та запроваджено 7 технологічних регламентів, погоджено 2 норми витрат, визначено мінімальні терміни придатності олій (за 18 договорами), майонезів та майонезних соусів (за 4 договорами), шротів (за 4 договорами), фосфатидного концентрату (за 1 договором), а результати досліджень впроваджені на 24 підприємствах олієжирової галузі та харчової промисловості України.

Розробки УкрНДІОЖ НААН мають практичну реалізацію, і їх успішно впроваджено на олієжирових підприємствах: ПАТ «Сумський завод продтоварів», ТОВ «ЗЛАТО ОЛІЯ», ТОВ «ПОТОКИ», ПАТ «АДМ Іллічівськ», ТОВ «ЕЛЕВАТОР БУД ІНВЕСТ», ТОВ «САН ОЙЛ» та інших.

Подальша реалізація наукових розробок та технологічних рішень з метою розвитку та підтримки галузі включає також інструментарій економічних досліджень. І в цьому напрямку УкрНДІОЖ НААН здійснює економічний аналіз техніко-економічних показників підприємств олієжирової галузі України направлений на інформування про сучасний стан виробництва, поточну кон'юнктуру, динаміку та прогнозування ринків якості олієжирової продукції, олійної та жирової сировини. УкрНДІОЖ НААН розробляються бізнес-плани щодо реконструкції діючих та будівництва нових підприємств з виробництва олій (соняшникової, ріпакової, соєвої) та їх подальшої переробки з метою одержання рафінованих олій, майонезу, маргаринової продукції, біодизельного палива, гранульованого та брикетованого лушпиння соняшнику та шроту.

В сучасних реаліях України зробити дієвий прогноз надзвичайно складно. На перешкоді справдження прогнозу стоїть військовий конфлікт, що робить його значним дестабілізуючим фактором. Тимчасово окупованими, є області та частини областей де були розташовані олійноекстракційні та мультифункціональні підприємства. Однак олієжирова галузь України характеризується тим, що вона за короткий строк інтегрована в світовий ринок, враховуючи, що лише незначна частка виробленої олії споживається в Україні, а решта йде на експорт. У олієжирової галузі є потенціал розвиватися не тільки як основний постачальник сировини, а і як провідний виробник олії та олієжирової продукції. Завдяки проведенню комплексних наукових, дослідно-технологічних розробок науковців досягнуто суттєве зростання виробництва олій та жирів, розширення асортименту олієжирової продукції високої якості.

**Висновки.** Особливістю вітчизняної олієжирової галузі є високий рівень концентрації виробництва. Більше половини виробничих потужностей галузі припадає на великі промислові групи.

За вересень-червень 2022/23 МР перероблено близько 11,5 млн тонн насіння соняшнику. Обсяг експорту соняшнику у червні скоротився до мінімуму з березня 2022 року, склавши 16 тис. тонн; експорт соняшникової олії в червні збільшився до 476 тис. тонн, що на 5 % вище показника попереднього місяця. За 10 місяців 2022/23 МР до ЄС експортовано 1,95 млн тонн соняшникової олії, що на 32 % більше показника в аналогічний період попереднього сезону. Соняшникового шроту відвантажено на зовнішні ринки майже 3,5 млн тонн, що на 21 % перевищує показник попереднього сезону, Китай залишився лідером рейтингу за сезон з часткою 45 % (48 % за вересень-червень попереднього сезону), а ЄС збільшив свою частку до 39 % з 27 %. Перед повним припиненням роботи «зернового коридору» українські компанії активно експортували соняшникову олію - за 6 днів липня заявлено

до експорту трохи більш ніж 120 тис. тонн даної продукції, що стало максимальним показником для вказаного періоду за останні три місяці. У червні переробка сої збільшилася на 19 % відносно показника травня місяця, а саме до 164 тис. тонн, в той час як експорт скоротився на 14 %, склавши 214 тис. тонн. За вересень-червень 2022/23 МР з України експортовано майже 3 млн тонн сої, що вже стало рекордним обсягом відвантаження на зовнішні ринки за всю історію, перевершивши попередній максимум 2,9 млн тонн в сезоні 2016/17 МР в цілому. Основним імпортером у поточному сезоні залишається ЄС з часткою 47 % та збільшенням в 3,1 рази. Туреччина теж зберігає за собою друге місце в рейтингу з часткою 32 %. Збільшення експорту у даному напрямку відбулося в 2,4 рази. У червні місяці спостерігалось підвищення попиту на український ріпак з боку Центральної та Північної Європи через посуху в даних регіонах. Основним імпортером ріпаку в 2022/23 МР залишився ЄС з часткою 90 % проти 67 % у 2021/22 МР. Україна теж збільшила свою частку в загальному імпорті ріпаку країнами ЄС - до 40 % проти 30 % у попередньому році.

Активній підтримці роботи олієжирової галузі у сучасних умовах сприяє плідна співпраця науковців УкрНДІОЖ НААН з галуззю, в рамках проведення наукових досліджень, які зосереджені на напрямках, що продиктовані нагальною потребою підприємств олієжирової галузі України.

В сучасних реаліях України зробити дієвий прогноз надзвичайно складно, але у олієжирової галузі є потенціал розвиватися не тільки як основний постачальник сировини, а і як провідний виробник олії та олієжирової продукції.

### Література

1. Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukroilprom.org>.
2. Україна: тенденції олійного ринку. // Щомісячний аналітичний випуск “АПК-Інформ” Підсумки. Ринок України та логістика – 2023. - № 7 (109). – С. 7-14.

### Bibliography (transliterated)

1. Ofitsiinyi sait asotsiatsii «Ukroliiaprom» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukroilprom.org>.
2. Ukraina: tendentsii oliinoho rynku. // Shchomisiachnyi analitychnyi vypusk “APK-Inform” Pidsumky. Rynok Ukrainy ta lohistyka. – 2023. - № 7 (109). – P. 7-14.

УДК 665.3

## ВЛАСТИВОСТІ ОЛІЙНИХ ЕКСТРАКТІВ ПРЯНИХ ТРАВ

**М. А. ЛАБЕЙКО**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т. В. МАТВЄЄВА**, кандидат технічних наук, с.н.с., доцент, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В. С. МАЗАЄВА**, кандидат технічних наук, науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З. П. ФЕДЯКІНА**, завідувачий відділом досліджень переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті надано інформацію щодо органолептичних, фізико-хімічних показників олійних екстрактів з пряно-ароматичною сировиною, зокрема насіння анісу, насіння коріандру, насіння кмину та розмарину. Визначено мінімальний термін придатності олійного екстракту розмарину, який становить 18 місяців. Встановлено, що олійний екстракт розмарину не дає антимікробний ефект.*

**Ключові слова:** соняшникова олія, екстракти пряних трав, окиснення.

**Вступ.** Смакоароматичні компоненти певних видів сировини, які екстрагуються оліями, впливають не тільки на смак та запах, а і на окиснювальну стабільність цих олій. На сьогоднішній день вирішення питань щодо покращення споживчих властивостей олієжирової продукції та підвищення її якості, є актуальним. У оліях під час їх зберігання відбуваються процеси окиснення, які є основною причиною погіршення якісних показників та безпечності олій [1]. Наслідком цих процесів є утворення первинних продуктів (перекисів), які розгалужують ланцюги та ініціюють подальше окиснення до вторинних продуктів (альдегідів, кетонів та інших). Саме утворення вторинних продуктів окиснення є причиною неприємного смаку та запаху, що характерно для зіпсованих олій. На швидкість процесів окиснення олій впливають: наявність металів, температура, світло, інтенсивність контакту з повітрям, наявність і кількість антиоксидантів та інше. Кількість первинних продуктів окиснення характеризується показником пероксидне число (ПЧ), а кількість вторинних – анізидиновим числом (АЧ). Отже, спираючись на вищезазначене, встановлення органолептичних та фізико-хімічних показників олійних екстрактів зі смакоароматичними компонентами, є доцільним.

**Мета дослідження** – дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, визначення мінімального терміну придатності отриманих олійних екстрактів.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- встановити органолептичні та фізико-хімічні показники олійних екстрактах з різними смакоароматичними компонентами;
- дослідити окиснювальну стабільність олійного екстракту розмарину;
- встановити мінімальний термін придатності олійного екстракту розмарину.

**Результати досліджень.** Для отримання олійних екстрактів використано соняшникову олію з показниками: КЧ – 0,05 мг КОН/г, ПЧ – 0,1 ½ О ммоль/кг, масова частка води та летких речовин – 0,02 % та наступну пряно-ароматичну сировину: насіння анісу, насіння коріандру, насіння кмину та розмарину. Результати органолептичної оцінки зазначених олійних екстрактів наведено в табл. 1. В табл. 2 представлені узагальнені показники їх органолептичної оцінки.

Таблиця 1 – Органолептичні показники олійних екстрактів з різними смакоароматичними компонентами

Назва показника	Зразки олійних екстрактів			
	з анісу	з кмином	з коріандром	з розмарином
Прозорість	Прозора без осаду.	Прозора без осаду.	Прозора без осаду.	Прозора без осаду.
Колір	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий з ледь помітним салативим відтінком	Світло-жовта з ледь помітним зеленуватим відтінком
Смак та запах	слабкий пряно-солодкуватий запах з ледь помітним солодкуватим присмаком	ледь примітний запах кропу та присмак слабкої гіркоти	притаманний запах коріандру та слабким солодкуватим присмаком з трав'яним відтінком	Яскраво виражений пряний запах який нагадує запах сосни, смак – пряний

Таблиця 2 – Узагальнені органолептичні показники олійних екстрактів

Найменування показника	Характеристика показника
Прозорість	Прозорі без осаду. Допускається невелика кількість осаду чи помутніння
Колір	Від світло-жовтого до жовто-зеленого різного ступеня інтенсивності в залежності від присутніх смакових речовин
Смак і запах	Властивий пряно-ароматичній сировині, з якої отримані олійні екстракти, без сторонніх запахів та присмаку

В отриманих олійних екстрактах з різними смакоароматичними компонентами також встановлені фізико-хімічні показники, а саме: масову

частку вологи та летких речовин, пероксидне та кислотне числа. Результати надано в табл. 3.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники олійних екстрактів з різними смакоароматичними компонентами

Назва показника	Зразки олійних екстрактів			
	З анісу	З кмином	З коріандром	З розмарином
КЧ, мг КОН/г	0,11	0,10	0,09	0,08
ПЧ, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	1,09	0,89	0,71	0,51
масова частка вологи та летких речовин, %	0,03	0,04	0,05	0,04

З табл. 3 з'ясовано, що найбільш гарні показники фіксуються у олійного екстракту з розмарином. А тому для подальших досліджень, а саме окиснювальної стабільності, обрано саме цей екстракт.

Зразки олійних екстрактів соняшникової олії з розмарином без захисного середовища були закладені на зберігання до холодильної камери з температурою від 0 °С до +11 °С строком на два роки. Після двох років зберігання у зазначених зразках визначені пероксидне та кислотне числа, масову частку вологи та летких речовин. З'ясовано, що після зберігання спостерігається підвищення значень фізико-хімічних показників, а саме КЧ становило 0,35 мг КОН/г, ПЧ – 6,26  $\frac{1}{2}$  O ммоль/кг, масова частка вологи та летких речовин – 0,06 %, але одержані показники відповідають ДСТУ 4492:2017 зі зміною №1.

Крім того, зразок олійного екстракту розмарину після двох років зберігання досліджено на окиснювальну стабільність за допомогою приладу диференційно скануючого калориметру (ДСК) [2]. Можна припустити, що за таке довготривале зберігання олійного екстракту без захисного середовища відбулися окиснювальні процеси з утворенням первинних (пероксиди і гідропероксиди) та вторинних (спиртів, альдегідів, кетонів, кислот з вуглецевим ланцюжком різної довжини, а також їх похідних) продуктів окиснення, що суттєво знизить період індукції зразків. Процес окиснення здійснено на приладі ДСК за постійної температури +120 °С в потоці повітря, яке подається з компресора зі швидкістю 50 мл/хв та за умов відсутності ініціатора (режим автоокислення). Наважки зразків олійного екстракту з розмарином становили 5–10 мг. ДСК-грами процесу окиснення олійного екстракту розмарину після зберігання його упродовж двох років в порівнянні з вихідним олійним екстрактом розмарину представлені на рис. 1.

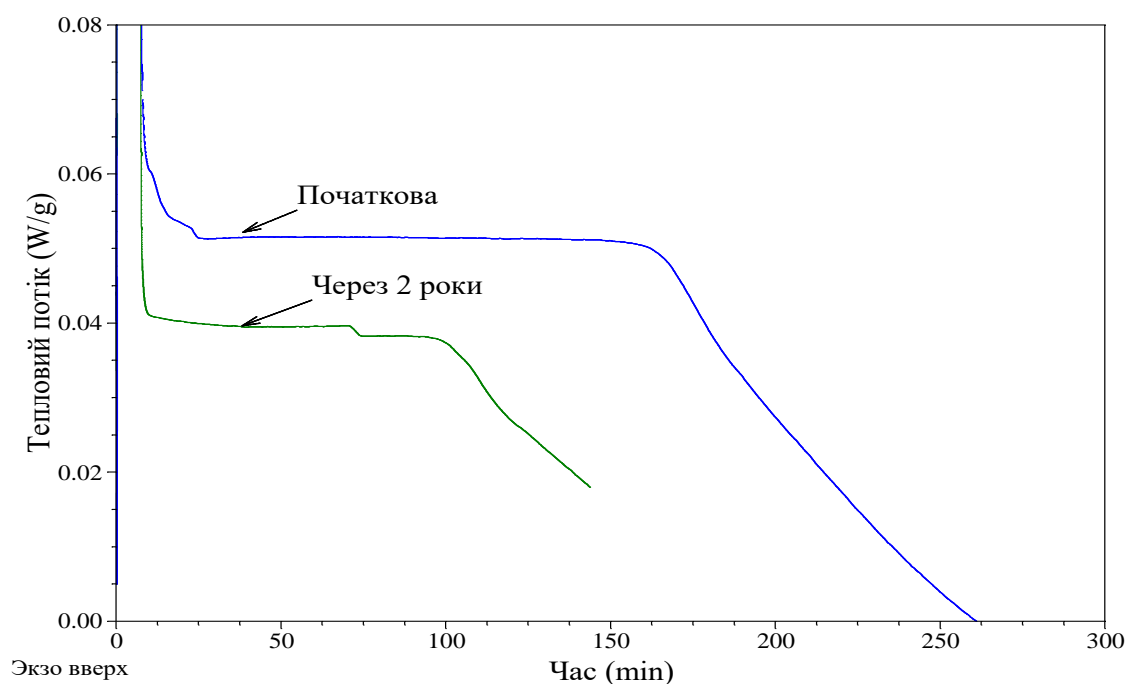


Рисунок 1 – ДСК-грами процесу окиснення олійного екстракту розмарину «до» та «після» зберігання його упродовж 2 років

За ДСК-грамами, які наведені на рис. 1, встановлені періоди індукції олійного екстракту розмарину «до» та «після» зберігання в холодильній камері, а саме 164,43 хв та 102,04 хв., відповідно. Отже, за два роки зберігання олійного екстракту розмарину в холодильній камері період індукції знизився лише на 62,39 хв. Таке невелике зниження періоду індукції можна пояснити тим, що процес окиснення соняшникової олії зі смакоароматичними компонентами розмарину інгібовано за рахунок антиоксидантних властивостей смакоароматичних компонентів, екстрагованих з даної пряноароматичної сировини. Одержаний період індукції олійного екстракту розмарину, що зберігався протягом двох років у холодильній камері, за статистичними даними, які є в УкрНДІОЖ НААН, відповідає мінімальному терміну придатності, який складає 18 місяців.

Одночасно для підтвердження висновків щодо мінімальному терміну придатності олійного екстракту розмарину за допомогою приладу ДСК за температури  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$  проведено порівняльний аналіз періодів індукції зазначеного олійного екстракту та контрольного зразку (олія соняшникова *Lagrima*), для якого достовірно відомий мінімальний термін придатності, що становить 24 місяці. Для досліджень використано свіжовироблені зразки олійного екстракту розмарину та контрольного зразку. Контрольний зразок обрано з фізико-хімічними показниками наближеними до вихідних показників олійного екстракту розмарину, а саме: КЧ становило 0,1 мг КОН/г, ПЧ – 0,41  $\frac{1}{2}$  О ммоль/кг, масова частка вологи та летких речовин – 0,03 %. ДСК-

грами процесів окиснення олійного екстракту розмарину в порівнянні з контрольним зразком наведені на рис. 2.

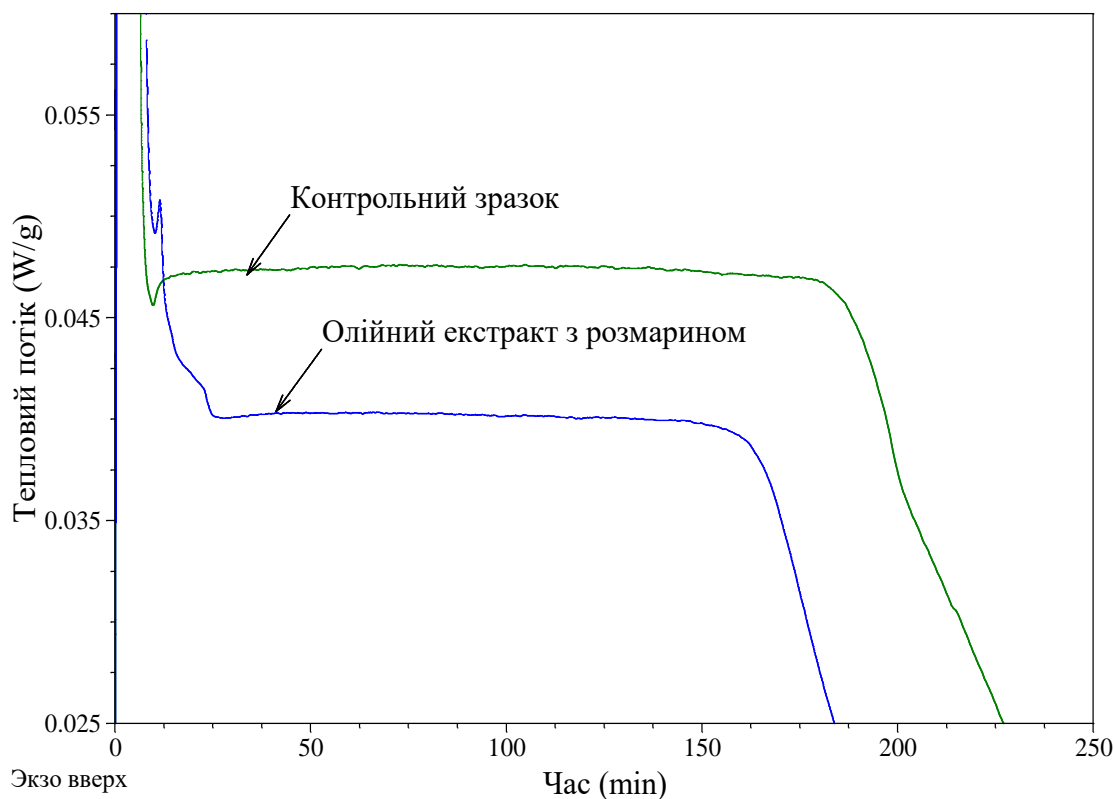


Рисунок 2 – ДСК-грами процесу окиснення олійного екстракту розмарину та контрольного зразку

За ДСК-грамою контрольного зразка, яка наведена на рис. 2, визначено період індукції його окиснення, який становить 188,88 хв. Слід зазначити, що різниця між періодами індукції олійного екстракту розмарину та контрольного зразку становить 24,43 хв. Дана різниця свідчить про те, що мінімальний термін придатності олійного екстракту розмарину повинен бути меншим, ніж контрольного зразка на 6 місяців, а це в свою чергу підтверджує висновок стосовно періоду індукції олійного екстракту розмарину у 18 місяців, зроблений за показниками зразка після зберігання в холодильній камері упродовж двох років.

Так як при тривалому зберіганні відбувається зміна сенсорних характеристик продукту, тому здійснена органолептична оцінка олійного екстракту розмарину «до» та «після» зберігання в холодильній камері. Результати відображені в профілограмі (рис. .3)



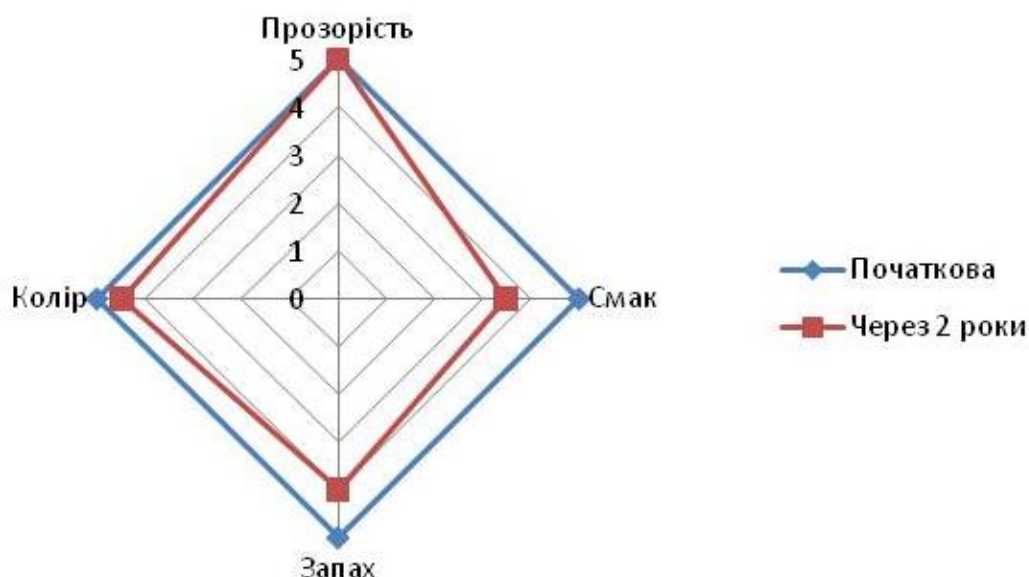
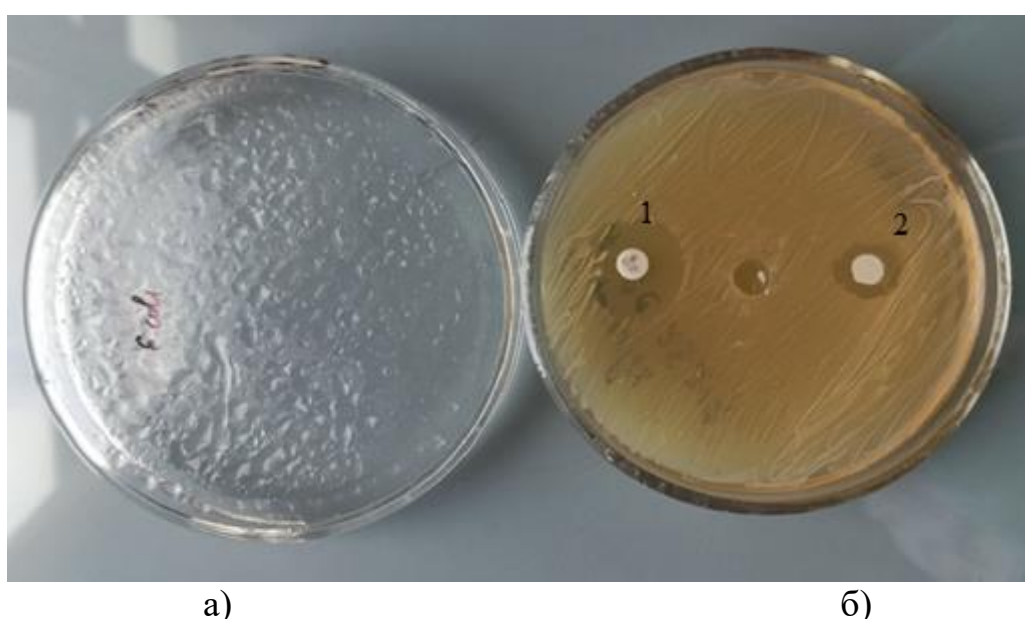


Рисунок 3 – Профілограма зразку олійного екстракту розмарину «до» та «після» зберігання упродовж двох років за температури 0-11 °С

З профілограми рис. 3 з'ясовано, що смакоароматичні компоненти, які екстрагуються соняшниковою олією (рафінованою дезодорованою), з часом втрачають свою насиченість і як наслідок смак, аромат та колір олійного екстракту розмарину змінюється.

На останньому етапі дослідження проведені мікробіологічні дослідження олійного екстракту розмарину в порівнянні з контрольним зразком (антибіотик). Для дослідження взяті різні чисті культури, а саме: кишкова паличка, золотистий стафілокок, ентерокок фінальний та кандіда біліюча. Результати мікробіологічних досліджень з виявлення антимікробного ефекту на культурі кишкової палички наведені на рис. 4.



а) б)

Рисунок 4 – Антимікробна стійкість:

а) – контрольного зразку; б) – олійного екстракту розмарину

Як бачимо з рис. 4, для контрольного зразку (а) можна спостерігати антимікробний ефект, адже навколо диска з антибіотиком спостерігається зона затримки росту культури кишкової палички. Зона затримки росту зазначеної культури навколо зразку олійного екстракту (б) досить незначна. Таким чином, можна зробити висновок, що олійний екстракт розмарину в даних умовах не проявляє антимікробного ефекту, але потрібно проводити додаткові дослідження в даному напрямі.

**Висновки.** Досліджено органолептичні показники олійних екстрактів з різними смакоароматичними компонентами: насіння анісу, насіння коріандру, насіння кмину та розмарину. Встановлено, що всі олійні екстракти мають прозору консистенцію, колір від світло-жовтого до жовто-зеленого різного ступеня інтенсивності в залежності від присутніх смакових речовин, смак та запах властивий пряно-ароматичній сировині, з якої отримані олійні екстракти, без сторонніх запахів та присмаку. Встановлені фізико-хімічні показники одержаних олійних екстрактів. За одержаними показниками для встановлення окиснювальної стабільності обрано олійний екстракт з розмарином. Для свіжовиробленого та після зберігання в холодильній камері протягом двох років без захисного середовища зазначеного олійного екстракту за допомогою приладу ДСК за температури +120 °С визначені періоди індукції (164,43 хв. проти 102,04 хв) та мінімальний термін придатності, який становить 18 місяців. За допомогою порівняльного аналізу періодів індукції свіжовиробленого олійного екстракту розмарину і контрольного зразку олії з відомим мінімальним терміном придатності підтверджено встановлений мінімальний термін придатності олійного екстракту розмарину. Проведені мікробіологічні дослідження з виявлення антимікробного ефекту олійного екстракту розмарину.

#### Література

1. Ситнік Н.С., Мазаєва В.С., Федякіна З.П. Дослідження впливу концентрації рослинних антиоксидантів на показники псування соняшникової олії / Збірник УкрНДІОЖНААН «Інноваційні технології: актуальні питання науки і практики»: Харків: УкрНДІОЖНААН, 2022. В.6, С. 40-45.
2. Мазаєва В.С., Ситнік Н.С., Федякіна З.П. Вивчення окислювальної стабільності олійних екстрактів з різною пряно-ароматичною сировиною / Матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та досягнення сучасної біотехнології», 24 березня 2023 року м. Харків, С. 256-257.

#### Bibliography (transliterated)

1. Sytnik N.S., Mazaieva V.S., Fediakina Z.P. Doslidzhennia vplyvu kontsentratsii roslynnykh antyoksydantiv na pokaznyky psuvannia soniashnykovoi olii / Zbirnyk UkrNDIOZhNAAN «Innovatsiini tekhnolohii: aktualni pytannia nauky i praktyku»: Kharkiv: UkrNDIOZhNAAN, 2022. V.6, S. 40-45.
2. Mazaieva V.S., Sytnik N.S., Fediakina Z.P. Vyvchennia okysliuvalnoi stabilnosti oliinykh ekstraktiv z riznoiu priano-aromatychnoiu syrovynoiu / Materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Problemy ta dosiahnennia suchasnoi biotekhnolohii», 24 bereznia 2023 roku m. Kharkiv, S. 256-257.

УДК 665.112.1

## ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОЛІЙНОГО ЕКСТРАКТУ БЕТА-КАРОТИНУ

**А. П. БЕЛІНСЬКА**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**О. С. МАСАЛІТІН**, магістр, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**В. І. ВАРАНКІН**, магістр, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

**Л. В. КРИЧКОВСЬКА**, доктор біологічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*У роботі розглянуто проблему нестабільності олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, ізольованого з *Blakeslea trispora*, в умовах впливу факторів, що спричиняють їх окислювальне руйнування. Були вибрані основні чинники, які визначають стійкість олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину до окислення. Визначено кількісну залежність періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, а отже, їх строків зберігання, від взаємодії фізико-хімічних показників (пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу). Ці показники визначають стійкість олійних розчинів  $\beta$ -каротину до окиснення і були включені у регресійну модель для більш точного визначення їх впливу на зазначені параметри.*

**Ключові слова:** олійний екстракт  $\beta$ -каротину, температура зберігання, технологічні властивості, пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Вміст  $\beta$ -каротину в раціоні харчування є одним з найважливіших факторів нормального функціонування більшості систем організму людини [1, 2]. Для подолання проблеми нестачі  $\beta$ -каротину в раціонах харчування в рамках Концепції поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення актуальним є включення до продуктів масового споживання каротин природного походження [3]. На Україні організовано промисловий випуск мікробіологічного  $\beta$ -каротину у вигляді олійного екстракту біомаси гетероталічного гриба *Blakeslea trispora* – найбільш активного його продуценту – «Бета-каротин мікробіологічний в олії» виробництва ТОВ «НВП «Вітан». Даний препарат є рідиною від помаранчевого до червоного кольору, який містить 2,0 мг/г мікробіологічного  $\beta$ -каротину та зберігається при температурі не більше за 20°C протягом 12 місяців у полімерних світлонепроникних флаконах. Але присутність великої кількості сполучених подвійних зв'язків у молекулі сприяє тому, що  $\beta$ -каротин дуже чутливий до кисню, високих температур та освітлення. На теперішній час не

знайдено рівняння, яке б описувало залежність періоду індукції процесу окиснення (а значить і терміну зберігання) олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину від взаємного впливу факторів, що впливають на цей процес.

За відомим рівнянням  $\tau = f \cdot n \cdot [\text{InH}]_0 / V_i$ , (де  $\tau$  – період індукції – час, упродовж якого обрив ланцюгів здійснюється на молекулах інгібітору,  $[\text{InH}]_0$  – концентрація інгібітору,  $f$  – коефіцієнт інгібування – кількість вільних радикалів, що «гинуть» на одній молекулі інгібітору;  $n$  – кількість активних груп в молекулі інгібітору) складно розрахувати період індукції з урахуванням усіх факторів, що впливають на окислювальний процес, тому що швидкість ініціювання ( $V_i$ ) залежить від наступних параметрів: жирнокислотного складу олії, в якій розчинений мікробіологічний  $\beta$ -каротин, умов окиснення (вважається, що підвищення температури на  $10^0$  C збільшує швидкість окиснення у 2 – 3 і більше рази), вмісту вологи, кислотного та пероксидного чисел олії, в якій розчинено каротин, природних про- та антиоксидантів тощо.

**Мета дослідження** – встановлення кількісної залежності терміну зберігання олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину від взаємного впливу їх фізико-хімічних показників для контролю та керування фізико-хімічними показниками олійного екстракту бета-каротину в промисловій біотехнології.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На підставі літературного огляду були обрані тільки найбільш впливові фактори. Для оцінки стабільності олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину до окиснення було проведено дослідження взаємного впливу таких фізико-хімічних показників, як: пероксидне число, вміст  $\beta$ -каротину, вміст вологи, кислотне число, вміст природного антиоксиданту на період індукції, який пропорційний терміну зберігання олійного розчину мікробіологічного  $\beta$ -каротину. Вивчення залежності стабільності олійних розчинів  $\beta$ -каротину від взаємного впливу перелічених показників можна віднести до типу задач «склад – властивість». Статистичні методи планування експерименту дозволяють значно інтенсифікувати працю дослідника, зменшити строки і витрати на експеримент, підвищити достовірність висновків за результатами дослідження. Саме тому для вивчення впливу факторів на стійкість олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину до окиснення слід створити математичну модель цього процесу.

План дробового факторного експерименту з зірковими точками (ортогональний план другого порядку) наведено у таблиці 1 [4]. Попередні дослідження показали, що деякі рівняння, які отримані за планами менших порядків неадекватно описують поверхні відгуку. Фактори, що варіювались при створенні моделі: пероксидне число ( $x_1$ ), вміст мікробіологічного  $\beta$ -каротину ( $x_2$ ), вміст вологи ( $x_3$ ), вміст природного антиоксиданту (токоферолу) ( $x_4$ ).

Таблиця 1 – План експерименту для розрахунку математичної моделі, яка описує вплив різних факторів на стійкість до окиснення олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину

№	$X_0$	Пероксидне число, $x_1$		Вміст $\beta$ -каротину, $x_2$		Вміст вологи, $x_3$		Вміст природного антиоксиданту (токоферолу), $x_4$		Період індукції, у, хв.
		умов.	$\frac{1}{2}O$ ммоль /кг	умов.	%	умов.	%	умов.	мг%	
1	+1	-1	3,5	-1	0,11	-1	0,1	-1	0,8	93
2	+1	+1	8,5	-1	0,11	-1	0,1	+1	1,36	29
3	+1	-1	3,5	+1	0,19	-1	0,1	+1	1,36	162
4	+1	+1	8,5	+1	0,19	-1	0,1	-1	0,8	15
5	+1	-1	3,5	-1	0,11	+1	0,3	+1	1,36	105
6	+1	+1	8,5	-1	0,11	+1	0,3	-1	0,8	8
7	+1	-1	3,5	+1	0,19	+1	0,3	-1	0,8	60
8	+1	+1	8,5	+1	0,19	+1	0,3	+1	1,36	21
9	+1	+1,41	9,6	0	0,15	0	0,2	0	1,08	17
10	+1	-1,41	2,5	0	0,15	0	0,2	0	1,08	134
11	+1	0	6,0	+1,41	0,21	0	0,2	0	1,08	28
12	+1	0	6,0	-1,41	0,09	0	0,2	0	1,08	33
13	+1	0	6,0	0	0,15	+1,41	0,34	0	1,08	22
14	+1	0	6,0	0	0,15	-1,41	0,06	0	1,08	37
15	+1	0	6,0	0	0,15	0	0,2	+1,41	1,48	47
16	+1	0	6,0	0	0,15	0	0,2	-1,41	0,68	16
17	+1	0	6,0	0	0,15	0	0,2	0	1,08	31

Функцією відгуку був період індукції, який визначали графічно за кінетичними кривими окислювання олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину за методом прискореного окислювання [5]. Даний метод заснований на окислюванні олійного розчину при температурі 85 °С шляхом його безперервного барботування повітрям. Глибину окислювання встановлювали за пероксидними числами у пробах, що відбирали періодично через 30 хвилин. Основний рівень  $x^0$ ; та інтервали варіювання  $\Delta x$  змінних експерименту наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Основний рівень та інтервали варіювання змінних у плані експерименту

Основний рівень, $x_j^0$	Фактори			
	$x_1, \frac{1}{2}O$ ммоль /кг	$x_2, \%$	$x_3, \%$	$x_4, \text{мг}\%$
	6,00	0,15	0,20	1,08
Інтервали варіювання, $\Delta x$	2,50	0,05	0,10	0,28

Для можливості статистичної обробки усі досліди проведені у трьох паралелях [6]. Дисперсію відтворення визначали по 4 додатковим дослідам в довільній точці. Гіпотеза про адекватність рівняння приймалась за умов, що отримане експериментально значення коефіцієнту Фішера менше за табличне.

Перевірка значущості коефіцієнтів за критерієм Ст'юдента показала, що в рівнянні регресії, що описує залежність періоду індукції від факторів, що впливають на стабільність олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину до окиснення (рівняння 1), коефіцієнт  $b_2$  не є значимим. Таким чином, рівняння регресії в безрозмірному виді приймає вигляд:

$$Y(x_1, x_2, x_3) = 26,7 - 40,1x_1 - 4,366x_3 + 12,13x_4 + 26,2x_1^2 + 3,439x_3^2 - 3,494x_4^2 \quad (1)$$

Перевірка за критерієм Фішера показала, що отримане рівняння є адекватним експерименту. Розрахунки рівняння регресії, що наведено нижче виконані з використанням програмного пакету MathCad.

Отримане рівняння реальними змінними має наступний вигляд:

$$Y(x_1, x_2, x_3) = 287,1 - 66,338x_1 - 181,23x_3 + 1,8606x_4 + 4,1914(x_1)^2 + 343,94(x_3)^2 - 6,1556(x_4)^2 \quad (2)$$

У таблиці 3 наведені дані для перерахунку терміну зберігання олійних рочинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину в залежності від його періоду індукції.

На рисунку 1 показана одна з трьох отриманих поверхонь залежності періоду індукції від пероксидного числа і масової долі мікробіологічного  $\beta$ -каротину (при фіксованому вмісті токоферолу, що дорівнює 1,08 мг%).

Таблиця 3 – Термін зберігання олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину

Температура зберігання, °С	Період індукції, хв. не менше ніж	Термін зберігання, міс.
Від мінус 20 до 0	70	12
	50	6
	40	3
	35	1,5
Понад 1 до 4 включ.	70	6
	50	3
	40	1,5
Понад 4 до 10 включ.	70	4,5
	50	2
	40	1
Понад 10 до 15 включ.	70	3
	50	1

Примітка. У випадку одержання проміжних значень періоду індукції, застосовується метод лінійної інтерполяції.

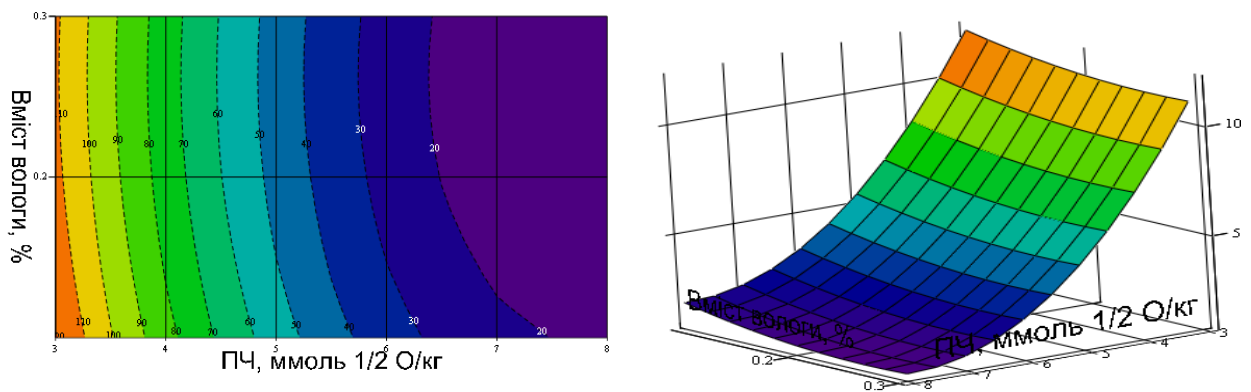


Рисунок 1 – Залежність періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину від пероксидного числа і вмісту вологи

Як видно з рисунку 1, на поверхні відгуку (при фіксованому третьому факторі – вмісті токоферолу 1,08 мг%) область мінімуму відповідає значенню пероксидного числа 6,5 - 8,1  $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг і значенню вмісту вологи 0,22-0,30% (період індукції олійного розчину мікробіологічного  $\beta$ -каротину дорівнює 20хв., отже очікуваний термін зберігання при температурі «Від мінус 20 до 0» становить 6,5 місяців). На поверхні відгуку точка максимуму відповідає значенню пероксидного числа 3,0  $\frac{1}{2}$  O ммоль /кг і значенню вмісту вологи 0,1% (період індукції дорівнює 110 хв., отже очікуваний термін зберігання за температури «Від мінус 20 до 0» складе 10 місяців).

**Висновки.** Встановлена кількісна залежність (у вигляді регресійної моделі) періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, а значить і їх терміну зберігання від взаємного впливу фізико-хімічних показників (пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу), які визначають стабільність олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину до окиснення. Дану регресійну модель доцільно використовувати при розрахунку, а також коригуванні термінів збереження олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину на підприємствах, які застосовують мікробіологічний  $\beta$ -каротин у виробництві продукції.

### Література

1. Смоляр В.І. Основні тенденції в харчуванні населення України [Текст] / В.І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2007. - № 4.
2. Borowitzka M. A. 11-Carotenoid Production Using Microorganisms [Text] // *Single Cell Oils (Second Edition). Microbial and Algal Oils*. 2010. P. 225–240.
3. Про затвердження „Концепції поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення” [Текст]: розпорядження Кабінету Міністрів України №332-р: [прийняте 26.05.2004].
4. Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии [Текст]. К.: Вища школа, 1976. – 184 с.
5. Руководство по методам исследования, технокхимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности [Текст] / под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Том V. – Ленинград, 1969г. – 502с.
6. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии [Текст]: Пер. с нем.- М.: Мир, 1994. – 268 с.

### Bibliography (transliterated)

1. Smoliar, V.I. (2007). *Osnovni tendentsii v kharchuvanni naseleunia Ukrainy. Problemy kharchuvannia, 4.*
2. Borowitzka, M. A. (2010)/ *11-Carotenoid Production Using Microorganisms. Single Cell Oils (Second Edition). Microbial and Algal Oils, 225–240.*
3. Pro zatverdzhennia «Kontseptsii polipshennia prodovolchoho zabezpechennia ta yakosti kharchuvannia naseleunia» (2004). *Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy №332-r.*
4. Bondar', A.G., Statyukha, G.A. (1976). *Planirovanie ehksperimenta v khimicheskoy tekhnologii. Kiev, Vishcha shkola, 1976.*
5. *Rukovodstvo po metodam issledovaniya, tekhnokhimicheskomu kontrolyu i uchetu proizvodstva v maslozhirovoj promyshlennosti (1964). Tom V, pod red. V.P. Rzhekhina, A.G. Sergeeva, Leningrad.*
6. Dyorffel', K. (1994). *Statistika v analiticheskoy khimii, per. s nem., Moskva, Mir.*



УДК 665.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНЯНИХ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

**Т. В. МАТВЄЄВА**, канд. техн. наук, с.н.с., доцент, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

**В.Ю. ПАПЧЕНКО**, канд. техн. наук, с.н.с., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

*Із використанням математичних методів моделювання на основі борошна пшеничного й олієвмісної сировини – композиції шротів олійних культур з удосконаленим амінокислотним складом – розроблені комбіновані системи. Встановлено і порівняно з борошном пшеничним вищого татунку їх органолептичні та фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, уміст сирової клейковини). Розроблені борошняні комбіновані системи (БКС) мають вологість менше 15%, отже, відповідають вимогам ГСТУ 46.004- 99. Визначений показник кислотності борошна, за яким у подальшому визначають його термін придатності, доводить, що додавання до борошна пшеничного композиції шротів призводить до збільшення цього показника. Найвищий показник кислотності (4,99 град) зафіксовано для борошняної комбінованої системи на основі композиції шротів насіння соняшнику та сої. Уміст сирової клейковини через неможливість її відмивання у БКС зі шротом льону не встановлено. Установлено, що борошняні комбіновані системи за таким показником як вологість перебувають у межах затверджених норм для борошна пшеничного. Згідно з вимогами до якості борошна за кислотністю, борошняні комбіновані системи на основі композицій шротів віднести до вищого або першого татунків неможливо. Зважаючи на високу біологічну цінність і позитивні органолептичні та фізико-хімічні показники борошняних комбінованих систем, у подальшому їх можна використовувати у рецептурах хліба оздоровчого призначення.*

**Ключові слова:** шрот, вологість, кислотність, клейковина, амінокислотний склад, насіння олійних культур, здорове харчування

**Постановка проблеми.** Для вирішенні питання поповнення організму людини вітамінами, мінеральними речовинами та мікроелементами існує кілька способів:

– забезпечення оптимального підбору традиційних продуктів харчування паралельно з відповідними фізичними навантаженнями;

– вживання генетично модифікованих продуктів. Це рішення не є актуальним для України, але потребує серйозного подальшого вивчення;

– вживання біологічно активних добавок до раціону. Це рішення вважається найбільш ефективним і швидким;

– створення харчових продуктів із заданими хімічними властивостями. Наприклад, коли з продукту вилучають компоненти, що вважаються непридатними для заданих вимог (жир, цукор) і збагачують його необхідними вітамінами, макро- і мікроелементами та ін. [1].

Сучасні тенденції формування здорового раціону харчування зумовлюють необхідність створення нових продуктів із підвищеною біологічною і фізіологічною цінністю. Нині багато країн світу (США, Німеччина, Швеція, Фінляндія та ін.) використовують технології виробництва продуктів із заданим хімічним складом (за вмістом білка, жиру, вологи тощо) та технології проектування складу полікомпонентних харчових сумішей [2, 3].

Враховуючи доступність усіх верств населення - найбільш придатними для модифікації можуть стати такі продукти масового споживання як хліб, хлібобулочні вироби та безпосередньо борошно. За статистичними даними середньомісячне споживання хліба і хлібних продуктів українцями становить 8,1 кг на одну особу [4]. За даними асоціації Укрхлібпром, значна частина асортименту хлібобулочних виробів нашої країни належить продукції, виробленої з пшеничного борошна вищого ґатунку. Лише на виробництво хлібу пшеничного припадає близько 42 % [5]. Така ситуація є незадовільною з погляду здорового харчування, адже у борошні пшеничному з 8-ми незамінних для дорослої людини амінокислот 6 - лімітовані, зокрема такі важливі як лізин, метіонін та цистеїн. Тому для максимального задоволення потреби людини в основних поживних речовинах - білках, жирах, вуглеводах, мікронутрієнтах (вітамінах, мінеральних речовинах) - слід вдосконалювати та оздоровлювати асортимент і склад хлібобулочних виробів. Наприклад, коригування вмісту амінокислот білка у борошні можна здійснювати внесенням різних добавок, які мають не тільки достатню кількість необхідних речовин, але й незначну вартість. На прилавках крамниць уже сьогодні можна знайти хліб із висівками, насінням, сухофруктами, з гречаним борошном тощо. Але добавками до хлібобулочних виробів можуть стати й побічні продукти інших виробництв харчової промисловості. Зокрема, макухи або шрот олійних культур – побічні продукти виробництва олій [6-14]. У попередніх роботах [3, 15] авторами доведено, що додавання шротів олійних культур до пшеничного борошна сприятиме підвищенню харчової та біологічної цінності. Спираючись на результати робіт [6-14] можна припустити, що додавання розроблених авторами комбінованих систем [3, 15] сприятиме поліпшенню органолептичних, фізико-хімічних і технологічних характеристик борошняних виробів.



Постійне зростання попиту на продукцію оздоровчого призначення, зумовлене збільшенням кількості прихильників здорового способу життя, тому розробка харчових продуктів масового споживання з підвищеною харчовою і біологічною цінністю і поліпшеними органолептичними та

фізико-хімічними властивостями, є актуальною для сьогодення, а вивчення їх органолептичних і фізико-хімічних властивостей – доцільним.



**Мета і основні задачі дослідження.** Встановити і порівняти з борошном пшеничним вищого ґатунку органолептичні та фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, уміст сирової клейковини), розроблених із використанням математичних методів моделювання борошняних комбінованих систем на основі борошна пшеничного й олієвмісної сировини – композиції шротів олійних культур з удосконаленим амінокислотним складом.

**Результати роботи.** Одержані раніше БКС [3, 15] досліджено за органолептичними і такими фізико-хімічними показниками: вологість, кислотність, уміст сирової клейковини [16]. Результати порівнювали з контрольним зразком – борошном пшеничним вищого ґатунку. Результати досліджень надано в табл. 1.

Таблиця – Органолептичні та фізико-хімічні показники зразків борошна пшеничного вищого ґатунку та БКС (борошно пшеничне / композиція шротів = 90/10)

Найменування продукту	Фото	Показник			
		Колір, запах	Вологість, %	Кислотність, град	Клейковина сира, %
1	2	3	4	5	6
Борошно пшеничне вищого ґатунку (контроль)		Білий з кремовим відтінком.  Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий.	13,92±0,15	3,03±0,005	30,8±0,01
Борошняна комбінована система (композиція шротів насіння соняшнику та сої)		Білий з жовтим відтінком.  Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий.	13,5±0,005	4,99±0,015	19,8±0,01

Кінець табл. 1

1	2	3	4	5	6
Борошняна комбінована система  (композиція шротів льону та сої)		Білий із жовтуватим сіруватим відтінком із помітними частками зерна.  Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий.	13,385±0,06 5	4,0	Неможливо відмити
Борошняна комбінована система  (композиція шротів соняшнику, сої та льону)		Білий з сіруватим відтінком з помітними частками зерна.  Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий	13,32±0,07	4,68±0,02	Неможливо відмити

Вологість використаного за контрольний зразок пшеничного борошна становить 13,92 % (за ГСТУ 46.004-99: не більше 15 %), масова частка сирової клейковини – 30,8 % (за ГСТУ 46.004-99: не менше 24 %). Отже, борошно пшеничне вищого ґатунку за органолептичними й основними фізико-хімічними показниками, а саме - вологістю, масовою часткою сирової клейковини відповідає ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови». Кислотність борошна становила 3,03 град, що відповідає даним джерела [16].

Експериментально встановлено, що внесення шротів до борошна пшеничного призводить до зміни кольору і запаху останнього. З'являється запах, притаманний шротам олійних культур. Але для споживача така зміна кольору та запаху не несе загрози для здоров'я. З'ясовано, що одержані БКС за таким показником як вологість відповідають вимогам ГСТУ 46.004-99 (табл. 1). Установити вміст клейковини у БКС до складу яких входив шрот льону було неможливим, оскільки під час її відмивання утворювалася незв'язана маса. Неможливість відмивання клейковини у БКС зі шротами льону можна пояснити тим, що такі продукти можуть мати високій вміст слизових речовин, які впливають на розрив дисульфідних зв'язків у білках клейковини [17]. Водночас, кількість відмитої клейковини БКС зворотно-

пропорційна вмісту композиції шротів у БКС, адже у білкових комплексах лляного борошна порівняно з борошном пшеничним немає спирторозчинних білків проламінів, які беруть участь у формуванні клейковини [17]. Порівнюючи показник кислотності борошна (3,03 град ) встановлено, що додавання до борошна пшеничного борошна композиції шротів призводить до збільшення цього показника (4,0-4,99 град), що в подальшому може призвести до зниження термінів придатності таких БКС. Найвищий показник кислотності (4,99 град) зафіксовано для БКС на основі композиції шротів насіння соняшника та сої.

**Висновки.** За результатами комплексних досліджень [3, 15] розроблено три борошняні комбіновані системи для здорового харчування. Проведеними дослідженнями встановлено їх органолептичні та фізико-хімічні показники. Визначено, що додавання до борошна пшеничного вищого гатунку обґрунтованої кількості композиції шротів задля підвищення харчової і біологічної цінності останнього, сприяє зміні кольору та запаху. Водночас, підвищується показник кислотності для БКС із використанням композиції шротів насіння соняшника та сої на 1,96 град; із використанням композиції шротів насіння льону та сої на 0,97 град; із використанням композиції шротів насіння соняшнику, сої та льону на 1,65 град. Показник вологості навпаки дещо знижується, зокрема для БКС з використанням композиції шротів насіння соняшнику та сої на 0,42%; із використанням композиції шротів насіння льону та сої на 0,535%; із використанням композиції шротів насіння соняшнику, сої та льону на 0,6%. З уведенням до борошна композицій шротів виникають труднощі у визначенні масової частки сирої клейковини. На цей показник безпосередньо впливає амінокислотний склад білків використаних шротів. Характеристики розроблених систем дають змогу легко впроваджувати їх у технологічний процес діючих підприємств, що випускають хлібобулочні вироби.

## Література

1. Важнейшие нарушения пищевого статуса населения и их влияние на состояние здоровья. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7403823/page:17/> (дата звернення 20.08.2021р.)
2. Belinska A., Bochkarev S., Varankina O., Rudniev V., Zviahintseva O., Bielykh I., Khosha V., Rudnieva K. Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv: PC «Technology center», 2019. – № 5/11 (101). – P. 6-14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908>
3. Papchenko V., Matveeva T., Bochkarev S., Belinska A., Kunitsia E., Chernukha A., Bezuglov O., Bogatov O., Polkovnychenko D., Shcherbak S. Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv: PC «Technology center», 2020. – № 3/11 (105), 66–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203664>

4. Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.10.2016 р. №780 у редакції від 25.08.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/780-2016-п#Text> (дата звернення 20.08.2021р.)

5. І.В. Новойтенко, В.В. Малиновський Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України / Ефективна економіка. – 2020, №11. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.11.52

6. Mikulec A., Kowalski S., Sabat R., Skoczylas Ł., Tabaszewska M., Wywrocka-Gurgul A. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread // LWT, 2019. – V. 102. – P. 164-172. doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.028.

7. Jukic Marko, Lukinac Jasmina, Culjak Jaka. Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour // International journal of food science and technology, 2019. – V. 54, Is. 3. – P. 602-609. doi.org/10.1111/ijfs.13838.

8. Caetano K., Ceotto J., Ribeiro A., de Moraes F., Ferrari R., Pacheco M., Capitani C. Effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the composition and nutritional quality of cookies // Food science and technology, 2017. – V. 37, Is. 2. – P. 239-245. DOI: 10.1590/1678-457X.19616.

9. Banerji A., Ananthanarayan L., Lele S. Rheological and nutritional studies of amaranth enriched wheat chapatti (Indian flat bread). // Journal of food processing and preservation, 2018. – V. 42, Is. 1. – e 13361. doi.org/10.1111/jfpp.13361

10. Miranda K., Sanz-Ponce N., Haros C. M.. Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour // LWT, 2019. – V. 114. doi.org/108418. 10.1016/j.lwt.2019.108418.

11. Siwatch M., Yadav R.B., Yadav B.S. Chemical, physicochemical, pasting and microstructural properties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) flour as affected by different processing treatments. // Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 2019. – V. 11. – P. 1-11. doi.org/10.3920/QAS2017.1226.

12. Kamoto R., Kasapila W., Ng'ong'ola-Manani T. Use of fungal alpha amylase and ascorbic acid in the optimisation of grain amaranth–wheat flour blended bread. Food & Nutrition Research, 2018. – V. 62. – P. 1-9. doi.org/10.29219/fnr.v62.1341.

13. Ghosh P.K., Bhattacharjee P., Poddar-Sarkar M. Reduction of lauric acid in coconut copra by supercritical carbon dioxide extraction: Process optimization and design of functional cookies using the lauric acid-lean copra meal. // Journal of food process engineering, 2017. – V. 40, Is. 3. – P. 1-10. doi.org/10.1111/jfpe.12501

14. Kizatova M. Zh, Pronina Yu. G., Nabiyeva Zh. S. Increase in nutrition and biological value of white bread with use of the grain mix "Omega-6". //

Bulletin of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, 2019. – Is. 5. – P. 70-77. doi.org/10.32014/2019.2518-1467.125.

15. Т.В. Матвеева Розробка харчових систем підвищеної біологічної цінності на основі олієвмісної сировини та борошна / Т.В. Матвеева , В.Ю. Папченко, А.П. Белінська , О.В. Хареба // Вісник аграрної науки – Київ: ДП Аграрна наука, 2021, №5. – С. 71-78. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-10>

16. Т.О. Березка Харчові технології. Методи контролю харчових виробництв / Березка Т.О., Матвеева Т.В., Папченко В.Ю. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 168 с.

17. М.Ш. Бегеулов Технология хлебопечения с использованием льняного жмыха / Бегеулов М.Ш., Сычева Е.О. // Известия ТСХА – Москва, 2017, В. 3. – С. 110-122.

### Bibliography (transliterated)

1. Vazhneyshie narusheniya pischevogo statusa naseleniya i ih vliyanie na sostoyanie zdorovya. Rezhim dostupu: <https://studfile.net/preview/7403823/page:17/> (data zvernennya 20.08.2021p.)

2. Belinska, A., Bochkarev, S., Varankina O., Rudniev, V., Zviahintseva, O., Bielykh, I., Khosha, V., Rudnieva, K. (2019). Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5/11 (101), 6-14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908>

3. Papchenko, V., Matveeva, T., Bochkarev, S., Belinska, A., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., Shcherbak, S. (2020). Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/11 (105), 66–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203664>

4. Pro zatverdzhennya naboriv produktiv harchuvannya, naboriv neprodovolchih tovariv ta naboriv poslug dlya osnovnih sotsialnih i demografichnih grup naselennya: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayini vid 11.10.2016 r. N 780 u redaktsiyi vid 25.08.2018 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/780-2016-п#Text> (data zvernennya 20.08.2021p.).

5. Novoytenko, I.V., Malinovskiy, V.V. (2020). Stan ta osnovni trendi rozvitku hlibopekarskoyi promislovosti Ukrayini. Efektivna ekonomika, 11. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.11.52

6. Mikulec, A., Kowalski, S., Sabat, R., Skoczylas, Ł., Tabaszewska, M., Wywrocka-Gurgul, A. (2019). Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. LWT, 102, 164-172. doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.028

7. Jukic, M., Lukinac, J., Culjak, J. (2019). Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour. International journal of food science and technology, 54, 3, 602-609.

doi.org/10.1111/ijfs.13838

8. Caetano, K., Ceotto, J., Ribeiro, A., de Moraes, F., Ferrari, R., Pacheco, M., Capitani, C. (2017). Effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the composition and nutritional quality of cookies. *Food science and technology*, 37, 2. 239-245. DOI: 10.1590/1678-457X.19616.

9. Banerji, A., Ananthanarayan, L., Lele, S. (2018). Rheological and nutritional studies of amaranth enriched wheat chapatti (Indian flat bread). *Journal of food processing and preservation*, 42, 1, 13361. doi.org/10.1111/jfpp.13361

10. Miranda, K., Sanz-Ponce, N., Haros, C. M. (2019). Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *LWT*, 114. doi.org/108418. 10.1016/j.lwt.2019.108418

11. Siwath, M., Yadav, R.B., Yadav, B.S. (2019). Chemical, physicochemical, pasting and microstructural properties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) flour as affected by different processing treatments. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11, 1-11. doi.org/10.3920/QAS2017.1226

12. Kamoto, R., Kasapila, W., Ng'ong'ola-Manani, T. (2018). Use of fungal alpha amylase and ascorbic acid in the optimisation of grain amaranth–wheat flour blended bread. *Food & Nutrition Research*, 62, 1-9. doi.org/10.29219/fnr.v62.1341

13. Ghosh, P.K., Bhattacharjee, P., Poddar-Sarkar, M. (2017). Reduction of lauric acid in coconut copra by supercritical carbon dioxide extraction: Process optimization and design of functional cookies using the lauric acid-lean copra meal. *Journal of food process engineering*, 40, 3. 1-10. doi.org/10.1111/jfpe.12501

14. Kizatova, M. Zh, Pronina, Yu. G., Nabiyeva, Zh. S. (2019). Increase in nutrition and biological value of white bread with use of the grain mix "Omega-6". *Bulletin of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan*, 5, 70-77. doi.org/10.32014/2019.2518-1467.125

15. Matveeva, T.V., Papchenko, V.Yu., Belinska, A.P., Hareba, O.V. (2021). Rozrobka harchovih sistem pidvischenoyi biologichnoyi tsinnosti na osnovi oliemmisnoyi sirovini ta boroshna. *Visnik agrarnoyi nauki*, 5, 71-78. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-10>

16. Berezka, T.O., Matveeva, T.V., Papchenko, V.Yu. (2011). Harchovi tehnologiyi. *Metodi kontrolyu harchovih virobnitstv*, 168 p.

17. Begeulov, M.Sh., Syicheva, E.O. (2017). Tehnologiya hlebopecheniya s ispolzovaniem lnyanogo zhmyiha. *Izvestiya TSHA*, 3, 110-122.



УДК 665.1

## ОТРИМАННЯ ПЕРЕТЕТЕРИФІКОВАНОГО ЖИРУ ІЗ СУМІШІ РОСЛИННИХ ЖИРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТАЛІЗАТОРУ ГЛІЦЕРАТУ КАЛІЮ

**Н.С. СТАРОСЕЛЬСЬКА**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З.П. ФЕДЯКІНА**, завідувачий відділом досліджень технології переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.С. МАЗАЄВА**, кандидат технічних наук, науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті наведено результати досліджень щодо отримання переетерифікованого жиру шляхом хімічного переетерифікування суміші рослинних жирів: пальмової олії та соняшnikової олії у співвідношенні (70:30)%. В якості каталізатору процесу переетерифікування застосовано гліцерат калію. Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники отриманого переетерифікованого жиру.*

**Ключові слова:** хімічне переетерифікування, гліцерат калію, олія соняшnikова, олія пальмова, переетерифікований жир

**Вступ.** Жири, олії та жирові продукти на їх основі займають важливе місце у харчуванні людини. Розвиток галузей харчової промисловості поставило перед олійножировою галуззю задачу зміни асортименту за рахунок створення нових жирових продуктів.

Одним із перспективних напрямків розвитку олійножирової галузі є випуск продуктів, функціональних за призначенням, а також лікувально-профілактичних [1–3]. На сьогоднішній день провідні світові виробники розширюють свій асортимент саме за рахунок удосконалення корисних продуктів харчування [4, 5].

Спостерігається тенденція до створення жирової продукції, яка характеризується зниженим вмістом насичених жирних кислот за рахунок збільшення частки поліненасичених жирних кислот, виключенням холестеролвмісної сировини, підвищенням біологічної цінності, формуванням в жировому продукті певних заданих смакових властивостей [6–9]. При цьому в якості жирової сировини використовуються рослинні олії, які є головним джерелом поліненасичених жирних кислот, фосфоліпиди, жиророзчинні вітаміни та інші біологічно активні речовини [10].

Також відбувається пошук нової сировини для олійножирової промисловості серед рослинних олій. Зокрема, в роботі [11] досліджено властивості олій з рисових висівків та насіння гарбуза. Ці олії відносяться до

лінолево-олеїнового типу та містять біологічно активні речовини з вираженими антиоксидантними властивостями.

У виробництві олійножирової продукції широко застосовуються модифіковані жири. Сучасними методами модифікації харчових жирів, з урахуванням обмежень щодо показників безпеки харчових продуктів, є:

- фракціювання;
- гідрування та гідропереестерифікування;
- змішування або купажування (створення композицій на основі натуральних та модифікованих олій та жирів);
- хімічне та ферментне переестерифікування;
- комбінація методів гідрування, переестерифікування, фракціювання.

Задачею гідрування є зміна жирнокислотного, а отже і триацилгліцерольного складу початкового жиру у результаті приєднання водню в присутності каталізатора до ненасичених залишків жирних кислот, що входять до складу ацилгліцеролів рідких олій (соняшникової, соєвої, ріпакової та ін.). Гідрування олій та жирів служить для підвищення стійкості природних жирів до окиснення під час зберігання та переробки, зміни консистенції та підвищення температури плавлення до заданого рівня.

В результаті гідрування відбувається зміна просторової конфігурації жирних кислот та поява транс-ізомерізованих кислот – ТІЖК (в окремих випадках до 40 %), які є небезпечними для здоров'я людини.

Проблема контролю вмісту ТІЖК в жирах є досить актуальною, і є доцільними дослідження щодо можливості зниження вмісту транс-ізомерів жирних кислот в саломасах харчового призначення шляхом застосування нових каталітичних систем та удосконалення технологічних режимів гідрування [12].

Переестерифікування є одним із основних методів модифікації триацилгліцерольного складу жирової сировини. При цьому склад жирних кислот не змінюється, відбувається їх перерозподіл в суміші триацилгліцеролів, що призводить до зміни фізико-хімічних властивостей жирових сумішей.

Переестерифікування, як і гідрування, сприяє покращенню фізико-хімічних та технологічних параметрів олійножирового продукту. Тверді пластичні компоненти (гідровані та переестерифіковані жири) є структуроутворювачами у композиції жирів маргаринів.

Жирові суміші, одержані переестерифікуванням, є альтернативною жировою сировиною для різних галузей харчової промисловості (маргаринова, консервна, хлібопекарська та ін.). Композиції негідрованих рослинних олій з необхідними властивостями (температура плавлення, вміст твердого жиру за заданих температур), одержані переестерифікуванням, є сировиною для кондитерських виробів (глазур, крем, наповнювач, начинка або вершки для збиття, композиції для морозива) [13].

До недоліків процесу хімічного переестерифікування слід віднести використання у якості каталізаторів агресивних та пожежонебезпечних метилату та етилату натрію, утворення у кінці реакції темнозбарвленої

суміші з сильним запахом, наявність у кінцевій суміші хімічних контамінантів. Це обумовлює необхідність ретельного очищення хімічно переестерифікованої суміші.

Метод переестерифікування дозволяє отримувати високоякісну жирову сировину з необхідними властивостями, зі зведеним до мінімуму вмістом транс-ізомерів жирних кислот.

У виробництві жировмісної продукції (морозиво, маргарини, кулінарні жири, а також косметичні засоби, фармацевтична продукція) широко використовуються пальмова олія та її фракції. Пальмова олія характеризується високим вмістом каротиноїдів та вітаміну Е; в складі пальмової олії частина поліненасичених жирних кислот (приблизно 10%) представлена лінолевою кислотою, яка є незамінною в харчуванні людини.

Одним із недоліків продуктів на основі немодифікованої пальмової олії є поступове підвищення їх твердості в процесі зберігання, пов'язане з низькою швидкістю процесів кристалізації пальмової олії. Так, за 60 діб зберігання твердість за Камінським пальмової олії зростає від 250 до 300 г/см<sup>2</sup>. У переестерифікованої пальмової олії твердість нижче і не перевищує 220 г/см<sup>2</sup> після 60 діб зберігання [56]. Таким чином, шортенінги, отримані на основі переестерифікованої пальмової олії, м'якше, ніж на звичайній пальмовій олії.

Особливістю переестерифікованих жирів є здатність кристалізуватися в найбільш бажану для більшості твердих жирів β'- форму [14]. Додавання їх в жирову основу спеціалізованих жирів значно покращує структурно-механічні характеристики, роблячи їх більш пластичними та однорідними. Триацилгліцерольний склад жирових сумішей суттєво впливає на їх пластичні властивості. Дослідження купажованих та переестерифікованих сумішей, що містять повністю гідровані олії, показало, що в переестерифікованих сумішах міститься більша кількість різних триацилгліцеролів, ніж в сумішах, що не піддавалися переестерифікуванню.

Таким чином, важливим напрямком наукових досліджень є удосконалення технології переестерифікування олій та жирів з новими перспективними, ефективними та безпечними каталізаторами. Таким каталізатором є гліцерат калію, механізм каталітичної дії якого є аналогічним до промислових каталізаторів (метилату та етилату натрію).

**Мета дослідження** – отримання переестерифікованого жиру із суміші рослинних жирів з використанням каталізатору гліцерату калію.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- дослідження фізико-хімічних показників жирової сировини для одержання переестерифікованого жиру;
- проведення дослідного процесу переестерифікування суміші рослинних жирів;
- дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників отриманого переестерифікованого жиру в порівнянні із стандартними показниками.

### Результати досліджень.

Проведено дослідження можливості застосування каталізатору переестерифікування – гліцерату калію – у виробництві переестерифікованих жирів з сировини, що широко використовується в промисловості. Отримано переестерифікований жир і проаналізовано його властивості. Для дослідження обрано рецептуру жирової суміші, до складу якої входять пальмова та соняшникова олії в співвідношенні (70:30)%. Фізико-хімічні властивості початкової жирової сировини наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні фізико-хімічні показники жирової сировини для одержання переестерифікованого жиру

Найменування показника	Жирова сировина	
	Соняшникова олія	Пальмова олія (температура плавлення 38,8 °С)
Кислотне число, мг КОН/г	0,10	0,15
Пероксидне число, ½О ммоль/кг	1,81	2,56
Масова частка вологи і летких речовин, %	0,08	0,10

Отриманий переестерифікований жир за показниками відповідає переестерифікованому жиру марки М1 згідно ДСТУ 4336. Органолептичні та фізико-хімічні показники отриманого переестерифікованого жиру в порівнянні з показниками ДСТУ 4336 представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники переестерифікованого жиру

Назва показника	Характеристика	
	Показники згідно з ДСТУ 4336:2004 для переестерифікованого жиру марки М1	Дослідний зразок
1	2	3
Колір за температури від 15 °С до 20 °С	Від білого до жовтого	Відповідає
Запах і смак: – рафінованого дезодорованого	Без запаху і смаку	Відповідає
Температура плавлення, °С	27–39	34,5
Твердість згідно з Камінським за температури 15 °С, г/см	30–150	90
Кислотне число рафінованого дезодорованого жиру, мг КОН/г, не більше ніж	0,5	0,15

Продовження табл. 2

1	2	3
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	0,2	0,02
Пероксидне число, $\frac{1}{2}\text{O}$ ммоль/кг, не більше ніж	5	1,2

З даних, наведених у таблиці 2, видно, що переетерифікований жир марки М1, отриманий переетерифікуванням в присутності гліцерату калію, повністю відповідає вимогам ДСТУ 4336 для даної марки жиру.

**Висновки.** Отримано переетерифікований жир із суміші рослинних жирів з показниками якості: температура плавлення 34,5 °С, кислотне число 0,15 мг КОН/г, пероксидне число 1,2  $\frac{1}{2}\text{O}$  ммоль/кг. Використання гліцерату калію дозволяє отримувати якісну жирову сировину із застосуванням методу переетерифікування. Перевагою використання гліцератів лужних металів в якості катализаторів є спрощення технологічного процесу виробництва переетерифікованих жирів внаслідок того, що в цьому випадку немає необхідності в складному завантажувальному обладнанні для введення катализатора, яке передбачає цілий ряд заходів і пристроїв, пов'язаних з небезпекою і високою реакційною здатністю промислових катализаторів (метилату та етилату натрію).

#### Література

1. Рудаков О.Б., Пономарев А.Н., Полянский К.К., Любарь А.В. (2005). *Жиры. Химический состав и экспертиза качества*. М.: ДеЛи принт.
2. Шленская Т.В., Махмудов А.К. (2008). Новые виды специальных жиров. *Масложировая промышленность*, 5, 31.
3. Султанович Ю.А., Духу Т.А., Толкачева Д.В. (2013). Перспективы изменения отраслевого портфеля специализированных жиров. *Пищевая промышленность*, 6, 42–44.
4. Нечаев А.П., Кочеткова А.А. (2005). Растительные масла функционального назначения. *Масложировая промышленность*, 3, 20–21.
5. Курзина М.Н. Жиры специального назначения (2012). *Масложировая промышленность*, 2, 15.
6. Воскоян О.С., Середа Е.В. (2012). Основные направления и этапы создания эмульсионных жировых продуктов. *Масложировая промышленность*, 16–17.
7. Игнатов В.И. (2010). Требования рынка к спецжирам и маргариновой продукции для промышленного применения. *Масложировая промышленность*, 1, 4–6.
8. Мельникова О.А., Перова Н.В. (2010). Транс-изомеры ненасыщенных жирных кислот как фактор высокого риска заболеваний, *Масложировая промышленность*, 2, 12–15.

9. Costales-Rodrigues R., Gibon V., Verhe R., De Greyt W. (2009). Chemical and enzymatic interesterification of a blend of palm stearin: soybean oil for low trans-margarine formulation. *JAOCS*, 86, 681–697.

10. Байков В.Г. (2007). Классификация природных жиров и их химический состав. *Масложировая промышленность*, №3, 44–45.

11. Нилова Л.П., Пилипенко Т.В., Маркова К.Ю., Сикоев З.Х. (2013). Функциональные и технологические свойства растительных масел нового поколения. *Масложировая промышленность*, 6, 22–27.

12. Амирсаидов Т.Е., Барабашов Е.Б., Мажидов К.Х. (2015). Новые направления в технике и технологии каталитической модификации масел и жиров. *Масложировой комплекс*, 1 (48), 33–34.

13. Зайцева Л.В., Нечаев А.П. (2012). Инновационные технологии получения и модификации масел и жиров. *Масложировая промышленность*, 6, 10–15.

14. Zeitoun M.A.M., Neff W.E., List G.R, Mounts T.L.(1993). Physical properties of interesterified fat blends. *JAOCS*, 70, 5, 467–471.

#### Bibliography (transliterated)

1. Rudakov O.B., Ponomarev A.N., Polyanskiy K.K., Lyubar A.V. (2005). *Zhiryi. Himicheskiy sostav i ekspertiza kachestva*. M.: DeLi print.

2. Shlenskaya T.V., Mahmudov A.K. (2008). *Novyye vidyi spetsialnyih zhirov*. *Maslozhirovaya promyshlennost*, 5, 31.

3. Sultanovich Yu.A., Duhu T.A., Tolkacheva D.V. (2013). *Perspektivy izmeneniya otraslevogo portfelya spetsializirovannyih zhirov*. *Pischevaya promyshlennost*, 6, 42–44.

4. Nechaev A.P., Kochetkova A.A. (2005). *Rastitelnyie masla funktsionalnogo naznacheniya*. *Maslozhirovaya promyshlennost*, 3, 20–21.

5. Kurzina M.N. *Zhiryi spetsialnogo naznacheniya* (2012). *Maslozhirovaya promyshlennost*, 2, 15.

6. Voskonyan O.S., Sereda E.V. (2012). *Osnovnyie napravleniya i etapyi sozdaniya emulsionnyih zhirovyyih produktov*. *Maslozhirovaya promyshlennost*, 16–17.

7. Ignatov V.I. (2010). *Trebovaniya ryinka k spetszhiram i margarinovoy produktsii dlya promyshlennogo primeneniya*. *Maslozhirovaya promyshlennost*, 1, 4–6.

8. Melnikova O.A., Perova N.V. (2010). *Trans-izomeryi nenasyischennyih zhirnyih kislot kak faktor vyisokogo riska zabolevaniy*, *Maslozhirovaya promyshlennost*, 2, 12–15.

9. Costales-Rodrigues R., Gibon V., Verhe R., De Greyt W. (2009). Chemical and enzymatic interesterification of a blend of palm stearin: soybean oil for low trans-margarine formulation. *JAOCS*, 86, 681–697.

10. Baykov V.G. (2007). *Klassifikatsiya prirodnyih zhirov i ih himicheskiy sostav*. *Maslozhirovaya promyshlennost*, #3, 44–45.

11. Nilova L.P., Pilipenko T.V., Markova K.Yu., Sikoev Z.H. (2013). Funktsionalnyie i tehnologicheskie svoystva rastitelnyih masel novogo pokoleniya. Maslozhirovaya promyshlennost, 6, 22–27.
12. Amirsaidov T.E., Barabashov E.B., Mazhidov K.H. (2015). Novyie napravleniya v tehnikе i tehnologii kataliticheskoy modifikatsii masel i zhиров. Maslozhirovoy kompleks, 1 (48), 33–34.
13. Zaytseva L.V., Nechaev A.P. (2012). Innovatsionnyie tehnologii polucheniya i modifikatsii masel i zhиров. Maslozhirovaya promyshlennost, 6, 10–15.
14. Zeitoun M.A.M., Neff W.E., List G.R, Mounts T.L. (1993). Physical properties of interesterified fat blends. JAOCS, 70, 5, 467–471.

УДК 665

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ ОЛІЙ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ВИСОКООЛЕЇНОВИХ ГІБРИДІВ

**В.Ю. ПАПЧЕНКО**, кандидат технічних наук, с.н.с., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т.В. МАТВЄЄВА**, кандидат технічних наук, с.н.с., доцент, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

*В статті надано інформацію щодо характеристики високоолеїнової соняшnikової олії. Змодельовано зразки олії насіння соняшнику високоолеїнових гібридів з різним вмістом олеїнової кислоти, визначено їх жирнокислотний склад. Визначено показник заломлення олії, при значенні показника кислотного числа олії насіння соняшнику 5,0-10,0 мг КОН/г. Виявлено лінійну залежність між показником заломлення і вмістом олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшnikової олії. Залежність між цими двома показниками покладено в основу теоретичного визначення вмісту олеїнової кислоти в зразках олії.*

**Ключові слова:** насіння соняшнику, олія, високоолеїнова соняшnikова олія, олеїнова кислота, показник заломлення

**Вступ.** Ринок олійних культур є одним з найперспективніших для України. Олійні культури користуються попитом на світовому і внутрішньому ринку, забезпечують доходність сільськогосподарських підприємств. Площі під більшістю олійних культур щорічно зростають, але сучасні умови вимагають зміни не тільки кількісних, але й якісних показників продукції переробки окремих сільськогосподарських культур. Тенденції щодо поширення здорового способу життя привели до зростання споживання олій і зменшення використання жирів тваринного походження, до того ж використовують олії підвищеної якості [1-3].

Соняшник — одна із найбільш розповсюджених олійних культур світу і досить поширених сільськогосподарських рослин України. Висока цінність соняшnikової олії полягає у тому, що вона містить близько 90 % ненасичених жирних кислот, особливо лінолевої і олеїнової, які профілактично впливають на зниження захворювань судин, печінки та онкологічних хвороб [3].

Останніми роками із вирощуванням традиційного соняшника розвивається і високоолеїновий. соняшник із вмістом олеїнової кислоти понад 82 %, виведено традиційними методами селекції, і генетичний потенціал вмісту олеїнової кислоти у нього найвищий серед олійних культур – до 92–94 %.



Олія, виготовлена з високоолеїнових сортів соняшнику, є цінною, а саме високим вмістом вітаміну Е - природного антиоксиданту (токоферолу); тривалим терміном зберігання – вчетверо довше, ніж у звичайної соняшникової олії; під час смаження та гідрогенізації (переробки на маргарин) утворюється мала кількість транс-жирів, шкідливих для здоров'я, які можуть викликати серцево-судинні та ракові захворювання [4-6].

Постає питання оперативного контролю масової частки олеїнової кислоти в олії насіння соняшнику. Такий контроль необхідний на всіх етапах її виробництва, починаючи від контролю якості насіннєвого матеріалу, заготівлі, зберігання і закінчуючи переробкою на підприємствах олієжирової галузі. Важливе дане питання і для підприємств, що займаються селекційною та насінницької діяльністю. Отже дана розробка є *актуальною* і необхідною.

**Мета дослідження** – встановлення на базі експериментальних досліджень залежності між одержаним за хроматографічним методом жирнокислотним складом, зокрема умістом олеїнової кислоти, олії, виділеної пресуванням з насіння соняшнику, з умістом олеїнової кислоти від 54 % до 74 %, і відповідним значенням показника заломлення цих олій задля подальшої розробки та обґрунтування довідкових таблиць визначення вмісту олеїнової кислоти для соняшникових олій олеїнового типу за рефрактометричним методом.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні *задачі*:

- дослідження жирнокислотного складу зразків олії насіння соняшнику високоолеїнових гібридів;
- визначення показника заломлення олії для отриманих зразків.

**Результати досліджень.**

Для дослідження з встановлення залежності показника заломлення олій насіння соняшнику високоолеїнових гібридів (із умістом олеїнової кислоти від 54 % до 74 %) від масової частки в ній олеїнової кислоти у табл. 1 представлено жирнокислотний склад прикладів зразків соняшникової олії з різним вмістом олеїнової кислоти.

Таблиця 1 - Жирнокислотний склад прикладів зразків соняшникової олії

Основні жирні кислоти		Масова частка жирних кислот у % до суми жирних кислот, зразків олії:	
		зразок А	зразок Б
1	2	3	4
Мірістинова	C <sub>14:0</sub>	0,1	0,1
Пальмітинова	C <sub>16:0</sub>	5,4	4,8
Пальмітоолеїнова	C <sub>16:1</sub>	0,1	0,1
Стеаринова	C <sub>18:0</sub>	3,1	2,9
<b>Олеїнова</b>	<b>C<sub>18:1</sub></b>	<b>53,6</b>	<b>66,2</b>
Линолева	C <sub>18:2</sub>	36,2	24,3

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Ліноленова	C <sub>18:3</sub>	0,1	0,1
Арахінова	C <sub>20:0</sub>	0,2	0,2
Ейкозанова	C <sub>20:1</sub>	0,2	0,2
Бетагенова	C <sub>22:0</sub>	0,8	0,8
Лігноцерінова	C <sub>24:0</sub>	0,2	0,3

Показник заломлення олії для отриманих зразків визначено при температурі  $+20 \pm 0,2$  °С. Даний метод є доволі оперативним і не потребує великої кількості досліджуваної проби, достатньо 2-3 краплин олії.

У досліджуваних зразках соняшникової олії вміст олеїнової кислоти коливається у межах – від 53,6 % до 74 %, значення показника заломлення змінюється з такою ж динамікою - від 1,4717 до 1,4697, відповідно, при значенні показника кислотного числа олії насіння соняшнику 5,0-10,0 мг КОН/г. Графічна побудова отриманих результатів дала змогу виявити лінійну залежність, з коефіцієнтом кореляції  $R^2=0,9989$ , між показником заломлення і вмістом олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшникової олії (рис. 1). Залежність між цими двома показниками покладено в основу теоретичного визначення вмісту олеїнової кислоти в зразках олії.

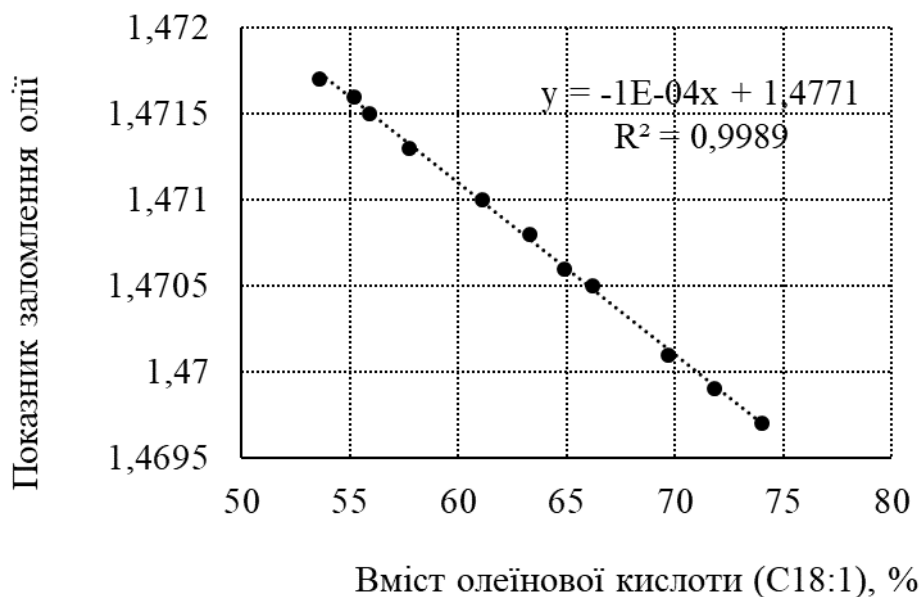


Рисунок 1 – Залежність показника заломлення від вмісту олеїнової кислоти в зразках соняшникової олії з показником кислотного числа олії 5,0-10,0 мг КОН/г

За одержаним рівнянням розраховано умістом олеїнової кислоти у зразках соняшникової олії, різниця між фактичними і розрахованими значеннями олеїнової кислоти коливається від -0,4 % до 0,3 %, що свідчить про високий коефіцієнт кореляції між цими показниками.

Отже показник заломлення досить чітко реагує на жирнокислотний склад соняшникової олії, а високий коефіцієнт кореляції з вмістом олеїнової кислоти свідчить про тісний зв'язок між ними.

**Висновки.** Змодельовано зразки олії насіння соняшнику високоолеїнових гібридів з різним вмістом олеїнової кислоти. Визначено жирнокислотний склад олії змодельованих зразків насіння соняшнику, встановлено, що вміст олеїнової кислоти коливається у межах – від 53,6 % до 74 %. Визначено показник заломлення олії, який змінюється за динамікою - від 1,4717 до 1,4697, при значенні показника кислотного числа олії насіння соняшнику від 5,0 мг КОН/г до 10,0 мг КОН/г. Графічна побудова отриманих результатів надала змогу виявити лінійну залежність, з коефіцієнтом кореляції  $R^2=0,99$ , між показником заломлення і вмістом олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшникової олії. Залежність між цими двома показниками покладено в основу теоретичного визначення вмісту олеїнової кислоти в зразках олії. Різниця між фактичними і розрахованими значеннями олеїнової кислоти коливається від -0,4 % до 0,3 %, що свідчить про високий коефіцієнт кореляції між цими показниками.

#### Література

1. Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukroilprom.org>.
2. <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1517086>
3. Чекалін М.М. Селекція та генетика окремих культур / М. М.Чекалін, В. М. Тищенко, М. Є. Баташова. – Полтава : ФОП Говоров С. В., 2008. – 368 с.
4. Vrbaski, Z., Budincevic, M., Turkulov, J., Skoric, D., Vranac, K. (1996). Oxidation stability of sunflower oil of altered sunflower after seed storage. *Helia*, 24, 73-78.
5. Dobarganes, M.C., Marquez-Ruiz, G., Perez Camino, M.C. (1993). Thermal stability and frying performance of genetically modified sunflower seed (*Helianthus annuus* L.) oils. *Journal of the Agric. Food Chem.*, 41, 678–681.
6. Glancey, J.L., Knowlton, S., Benson, E.R. (1999). Development of a high oleic soybean oil-based hydraulic fluid. *Feedstocks*, 4, 2, 1–2.

#### Bibliography (transliterated)

1. Ofitsiinyi sait asotsiatsii «Ukroliiaprom» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukroilprom.org>.
2. <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1517086>
3. Chekalin, M., Tyshchenko, V., Batashova, M. (2008). Seleksiia ta henetyka okremykh kultur. FOP Hovorov S, 368.
4. Vrbaski, Z., Budincevic, M., Turkulov, J., Skoric, D., Vranac, K. (1996). Oxidation stability of sunflower oil of altered sunflower after seed storage. *Helia*, 24, 73-78.
5. Dobarganes, M.C., Marquez-Ruiz, G., Perez Camino, M.C. (1993). Thermal stability and frying performance of genetically modified sunflower seed (*Helianthus annuus* L.) oils. *Journal of the Agric. Food Chem.*, 41, 678–681.
6. Glancey, J.L., Knowlton, S., Benson, E.R. (1999). Development of a high oleic soybean oil-based hydraulic fluid. *Feedstocks*, 4, 2, 1–2.

УДК 665.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСУ НА ВЛАСТИВОСТІ КРЕМ-ПАСТ

**Т. В. МАТВЄЄВА**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З. П. ФЕДЯКІНА**, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті досліджено вплив часу та температури зберігання на колоїдну стабільність та стійкість до окиснення крем-паст в закритій тарі за температур 4 °С та 25 °С. Встановлено, що за температури 4 °С впродовж 30 днів колоїдна стабільність крем-паст не зазнала змін. За температури 25 °С крем-пасти з використанням смаженого соняшникового насіння проявляють меншу колоїдну стабільність (але не менш ніж 98%). Визначені терміни зберігання крем-паст з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%: за температури 25 °С – не більше ніж 27 днів; за 4 °С та вологості повітря 75% – 6 місяців.*

**Ключові слова:** білкові продукти, крем-паста, колоїдна стабільність, окиснення, термін зберігання.

**Вступ.** Незбалансоване харчування та дефіцит у раціонах харчування білка, вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних речовин призвели до зниження імунітету населення [1]. Ситуація ускладнюється загальним погіршенням екологічного стану, використанням при виготовленні продуктів широкого спектра харчових домішок і синтетичних компонентів, що негативно впливають на здоров'я та призводять до зниження імунітету. Підвищити імунітет людини можна шляхом уживання оздоровчих продуктів із високим вмістом повноцінного білка. Пріоритетними напрямками стають: підвищення біологічної цінності продукту за рахунок внесення до рецептурного складу високобілкових інгредієнтів; модифікація жирнокислотного складу, націлена на максимальне наближення до співвідношення, що задається, між насиченими, мононенасиченими і поліненасиченими жирними кислотами.

В Україні впродовж останніх десятиліть виробництво та переробка соняшникового насіння стали одним із пріоритетних напрямів розвитку аграрного бізнесу. Соняшник в Україні є основною олійною культурою, на масову частку якої припадає близько 75% площі, зайнятої олійними культурами. Насіння соняшнику має у своєму складі ряд цінних речовин, таких як рослинний білок та поліфенольні сполуки. Білок соняшнику за амінокислотним складом є досить збалансованим продуктом. Хоча, він і характеризується нестачею лізину та деяких інших амінокислот, проте у достатній кількості містить сірковмісні амінокислоти (метіонін+цистин). Крім того, білок соняшнику легко засвоюється організмом людини та не має у своєму складі антипоживних речовин.

Основною проблемою, що стоїть перед виробниками кондитерських паст на основі насіння, є виробництво продукту з належною консистенцією, стабільністю емульсії, кольором і текстурними властивостями, збільшеним терміном зберігання.

Пасти з насіння мають високий вміст олії і, таким чином, схильні до розвитку прогоркання і неприємного запаху через окислення ліпідів. Збереження хімічних і сенсорних показників – одна з основних проблем виробництва паст.

В роботі [2] вивчено окиснення готових кунжутних паст в залежності від вихідної сировини, а саме сирого, смаженого і пропареного з наступною обробкою в мікрохвильовій печі очищеного від лушпиння насіння кунжуту. Зразки містили  $54,96 \pm 0,36\%$  ліпідів,  $20,68 \pm 0,19\%$  білка,  $3,28 \pm 0,05\%$  золи і  $1,76 \pm 0,06\%$  вологи. Показники пероксидних чисел зразків паст, виготовлених із сирого, смаженого і пропареного з наступною обробкою в мікрохвильовій печі насіння через 35 днів зберігання за температури  $65\text{ }^\circ\text{C}$ , досягли 72,2, 86,2 і 97,2 мекв  $\text{O}_2/\text{кг}$ , відповідно. Значення аnezидінового числа зразків, що зберігались в тих же умовах і впродовж того ж періоду, становили 9,3, 10,1 і 10,2, відповідно. Тим часом, як пероксидні та аnezидинові числа зразків кунжутних паст, що зберігались при кімнатній температурі, були значно нижчими, ніж у зразків, що зберігались за  $65\text{ }^\circ\text{C}$ , і не перевищували 2,9 мекв  $\text{O}_2/\text{кг}$  і 2,6, відповідно. Встановлено, що пероксидні та аnezидинові числа для паст, одержаних з насіння, яке не піддавалось обробці були нижчими, ніж з насіння, яке піддавалось попередній обробці.

В роботі [3] вивчено колоїдну стабільність та стабільність до окислення при зберіганні комерційних кунжутних паст. Дослідження проведені впродовж 180 днів за наступними температурами зберігання:  $4\text{ }^\circ\text{C}$ , кімнатна температура (в середньому  $20,5\text{ }^\circ\text{C}$ ) і  $40\text{ }^\circ\text{C}$ . Розмір частинок кунжутної пасти збільшувався з підвищенням температури зберігання. Найвище відділення олії спостерігається за температури  $20,5\text{ }^\circ\text{C}$ , що можна пояснити коливаннями температури. Зі збільшенням терміну зберігання показник кислотного числа кунжутних паст найбільш помітно підвищувався за температури  $40\text{ }^\circ\text{C}$  і незначно за  $4\text{ }^\circ\text{C}$ . Пероксидне число є більш чутливим показником, і відповідно до встановленої межі для значень пероксидного числа в 19,7 мекв  $\text{O}_2/\text{кг}$ , кунжутні пасти рекомендується зберігати не більше 30 днів за  $40\text{ }^\circ\text{C}$ , 60 днів за кімнатної температури або 120 днів за  $4\text{ }^\circ\text{C}$ .

Розглянуті праці [2, 3] присвячені дослідженням щодо колоїдної стабільності та стабільності до окислення при зберіганні кунжутних паст, але не пастам з насіння соняшнику.

Авторами дослідження [4] виявлено: паста з насіння соняшнику стикається з проблемами якості через здатність відділення олії, що викликає прискорене прогоркання і низьку товарність. В дослідженні вивчено емульсійну і окислювальну стабільність від різних гранулометричних складів паст із насіння соняшнику впродовж зберігання за різних температурах. Зменшення розміру часток зразка знижує емульсійну стабільність паст з

насіння соняшнику. Найгрубіший помел є найбільш стабільним для стабільності паст з точки зору відділення олії. Пероксидні числа в зразках паст із насіння соняшнику з часом зберігання збільшуються незалежно від температури зберігання, в той час як значення анізидінових чисел демонструють нерегулярний характер. При зберіганні пасти крупного помелу із насіння соняшнику впродовж 3 місяців за температури 4 °С, 2 місяці за кімнатної температури і 1 місяць за 40 °С окисна стабільність складала менш ніж 30-мекв O<sub>2</sub>/кг. Встановлено, що розмір часток є важливим параметром для контролю загальної стабільності паст із насіння соняшнику.

Авторами [5] проведені порівняння паст із насіння соняшнику і з насіння кунжуту. Кунжутна паста була вище за вмістом золи і вуглеводів, в той час як вміст білка був однаковим в обох. Мікроскопічне дослідження забарвлених плівок показало, що система пасти соняшнику є суспензією твердих частинок в безперервній олійній фазі (система вода в олії). Відділення олії в пасті з насіння соняшнику відстежено при зберіганні за кімнатної температури протягом 90 днів. Додавання моностеарату гліцерину мало виражену стабілізуючу дію, що призвело до зменшення відділення олії з 11,8% до 6,25%. Перекисне число соняшникової олії пасти збільшувалось при зберіганні і досягало максимального значення після 60 днів зберігання, потім зменшувалось. Окислювальна стабільність соняшникової олії була збільшена при додаванні 0,02% бутилгідроксіанізола і 0,02% бутилгідрокситолуола. Органолептична оцінка не показала значних відмінностей між пастами з насіння соняшнику і кунжуту за текстурою і смаком, за винятком того, що колір пасти з насіння соняшнику був помітно темнішим. Хімічний аналіз підкреслив високу калорійність, а також поживну цінність пасти соняшникової.

Автори праць [4, 5] надали результати досліджень щодо колоїдної стабільності та стабільності до окиснення паст з насіння соняшнику, але без уточнення щодо проведення умов досліджень, а саме в закритій або відкритій тарі зберігалась паста.

Отже, спираючись на вищевикладене, можна стверджувати, що створення продуктів харчування підвищеної біологічної цінності з насіння соняшнику, зокрема крем-паст, є доцільним, а вивчення їх властивостей, зокрема колоїдної стабільності та стійкості до окиснення в умовах закритої тари, – актуальним.

**Мета дослідження** – встановлення колоїдної стабільності та стійкості до окиснення крем-пасти в закритій тарі задля подальшої розробки проекту нормативної документації на продукт.

**Результати досліджень.** Основними інгредієнтами рецептурного складу крем-паст найчастіше є насіння соняшнику (смажене або несмажене), олія соняшникова, цукор, сіль, емульгатор, різні смако-ароматичні добавки та вода [6, 7]. Колоїдна стабільність при зберіганні крем-пасти з насіння соняшнику – головна турбота виробників. По-перше, при зберіганні можна спостерігати відділення олії, що негативно позначається на прийнятті даного

факту споживачами, по-друге, окислення ліпідів, що призводить до гіркоти і неприємного присмаку.

Визначення стабільності крем-пасти на основі соняшникового насіння і умістом води 35% полягала в визначенні % незруйнованої системи впродовж 30 діб за кімнатної температури 25 °С та температури холодильнику 4 °С. Результати досліджень за температури 25 °С надано на рис. 1.

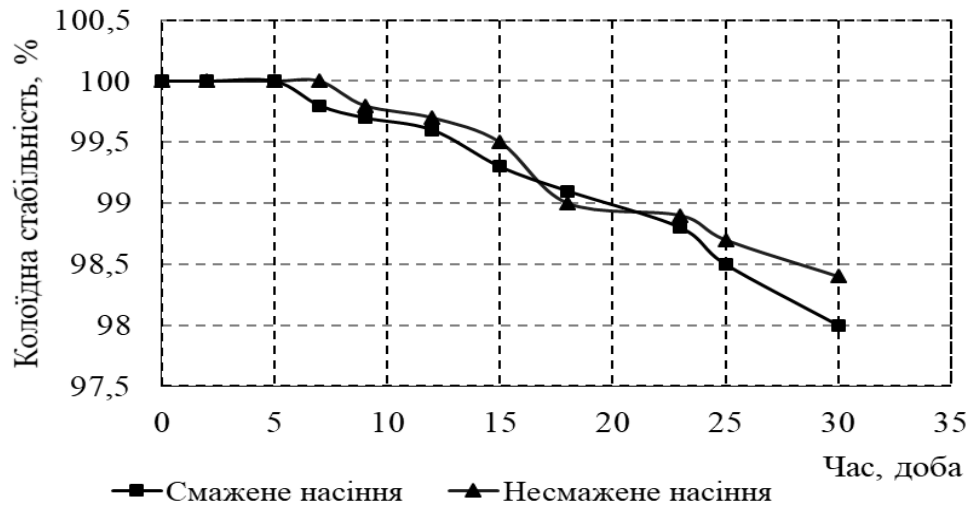


Рисунок 1 – Стабільність крем-пасти з використанням соняшникового насіння і умістом води 35% за температури 25 °С

За температури 4 °С колоїдна стабільність крем паст не зазнала змін. Слід відмітити, що крем-пасти з використанням смаженого соняшникового насіння за температури 25 °С проявляють меншу колоїдну стабільність, що можна пояснити тим, що процес смаження насіння прискорює процеси, пов'язані з відділенням олії від ядра.

Соняшникова олія, що входить до складу пасти (як самостійний інгредієнт так і у складі ядра насіння соняшнику), містить значну кількість поліненасичених жирних кислот, які не стійкі при зберіганні. Тому для встановлення режимів та термінів зберігання досліджували стійкість ліпідів крем-пасти до окислення за змінами пероксидного та кислотного чисел олії у процесі зберігання. Зберігання здійснювали за температури побутового холодильника 4 °С впродовж 6 місяців та за кімнатною температурою у 25 °С впродовж 40 днів.

Встановлено, що у крем-пасті з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%, яка зберігалася у холодильнику у склянках з герметично закритими кришками, органолептичні показники якості не погіршилися протягом шести місяців (рис. 2, 3).

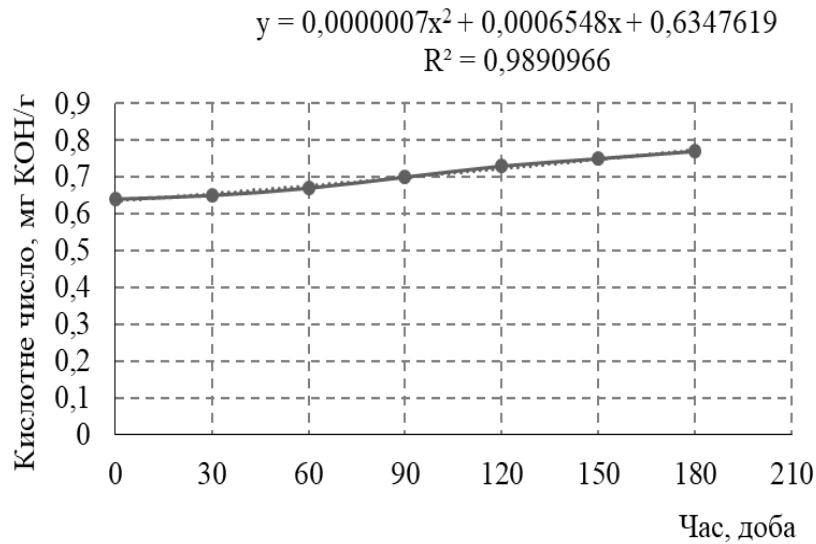


Рисунок 2 – Динаміка кислотного числа олії крем-пасти у процесі зберігання у холодильнику (4 °С)

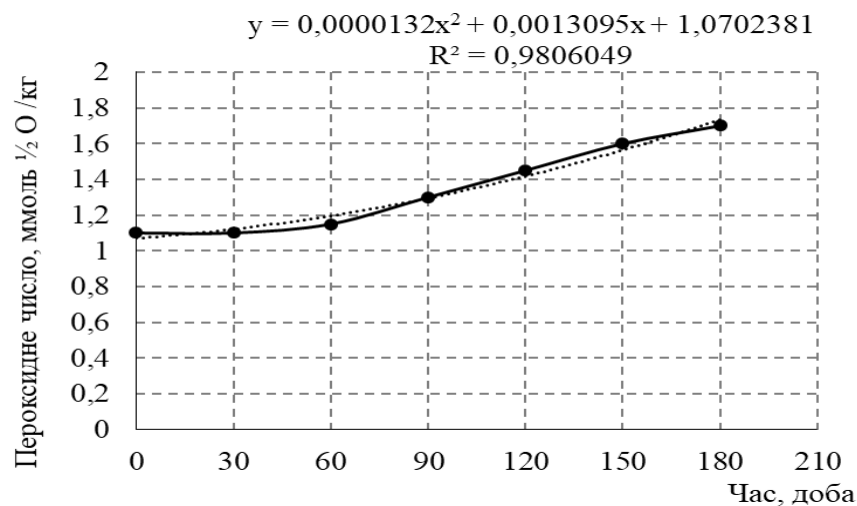


Рисунок 3 – Динаміка пероксидного числа олії крем-пасти у процесі зберігання у холодильнику (4 °С)

У крем-пасті з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%, яка зберігалася за кімнатної температури, у перші 21 день зберігання значення кислотних та пероксидних чисел змінювалися незначно, а з 21 дня зберігання відбувалося різке збільшення показників кислотного та пероксидного чисел. Це збігається з початком змін органолептичних показників. З'явився гіркий присмак, і трохи змінився запах та консистенція. За кольором жодних змін не відбулося (рис. 4, 5).



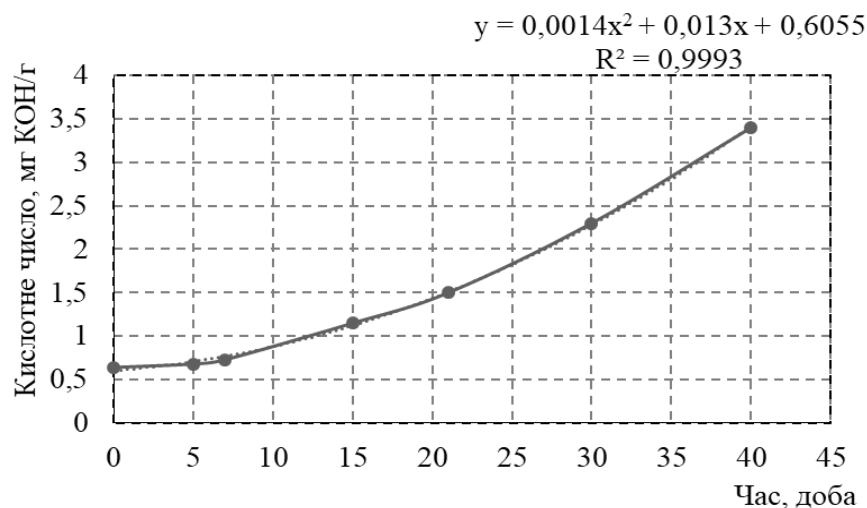


Рисунок 4 – Динаміка кислотного числа олії крем-пасту у процесі зберігання за кімнатної температури (25 °C)

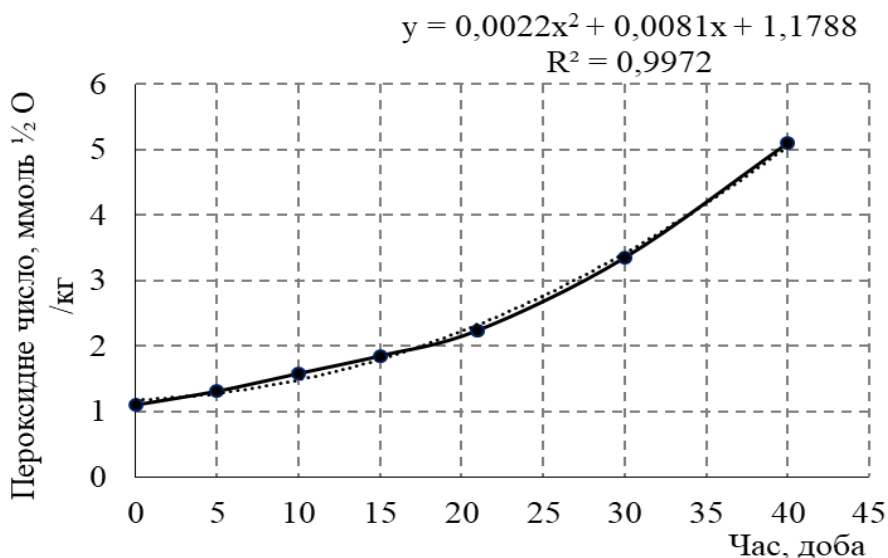


Рисунок 5 – Динаміка пероксидного числа олії крем-пасту у процесі зберігання за кімнатної температури (25 °C)

Проведені дослідження дозволяють встановити наступні терміни зберігання крем-паст з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%: за температури 25 °C – не більше, ніж 27 днів; за 4 °C та вологості повітря 75% – 6 місяців. При встановленні термінів зберігання паст важливо з'ясувати також і інтенсивність мікробіологічних процесів, що протікають у них при зберіганні.

**Висновки.** Вивчено стабільності крем паст з умістом води 35% впродовж 30 діб за кімнатної температури 25 °C та температури холодильнику 4 °C. За температури 4 °C впродовж 30 днів колоїдна стабільність крем паст не зазнала змін. За температури 25 °C крем-пасту з використанням смаженого соняшникового насіння проявляють меншу

колоїдну стабільність (але не менш ніж 98%), що можна пояснити тим, що процес смаження насіння прискорює процеси, пов'язані з відділенням олії від ядра насіння. Вивчено динаміку змін кислотного та пероксидних чисел олії крем-пасти з використанням несмаженого насіння і умістом води 35% у процесі зберігання 40 днів за температури 4 °С та 25 °С. Встановлено, що у крем-пасти з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%, яка зберігалася у холодильнику у склянках з герметично закритими кришками, органолептичні показники якості не погіршились протягом шести місяців За кімнатної температури у перші 21 день зберігання значення кислотних та пероксидних чисел змінювалися незначно, а з 21 дня зберігання відбулося різке збільшення показників кислотного та пероксидного чисел. Одночасно зазнали змін органолептичні показники (смак, запах, консистенція). Проведені дослідження дозволили встановити наступні терміни зберігання крем-паст з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%: за температури 25 °С – не більше ніж 27 днів; за 4 °С та вологості повітря 75% – 6 місяців. Одержані дані буде покладено в основу Проекту Технічних умов «Крем-паста на основі ядра насіння соняшнику зі зниженою кількістю жирів».

#### Література

1. Смоляр В. І. Основні тенденції в харчуванні населення України // В.І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2007. – № 4. – С. 3.
2. Abou-Gharbia, H., Shehata, A.A.Y., Youssef, M. and Shahidi, F. (1996). Oxidative stability of sesame paste (tehina). *Journal of Food Lipids*, 3: 129-137. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.1996.tb00060.x>
3. L. Hou, C. Li, and X. Wang J. (2020). The Colloidal and Oxidative Stability of the Sesame Pastes during Storage. *Oleo Sci.* 69, (3), 191-197.
4. Mureşan, V., Danthine, S., Bolboacă, S.D. et al. (2015). Roasted Sunflower Kernel Paste (Tahini) Stability: Storage Conditions and Particle Size Influence. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 92, 669–683. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2622-7>
5. A.A. Damir (1984). Utilization of sunflower seeds in tahina and halawa processing. *Food Chemistry*, V. 14, Is. 2, P. 83-92. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(84\)90047-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(84)90047-5)
6. Лабейко М.А. Дослідження впливу різних параметрів на стабільність емульсійної системи крем-паст / М.А. Лабейко, Т.В. Матвеева, З.П. Федякіна // Збірник УкрНДІОЖНААН *Інноваційні технології: актуальні питання науки і практики*: Харків: УкрНДІОЖНААН, 2021. – В.5 – С.66-70.
7. Матвеева Т.В. Дослідження впливу технологічних факторів на в'язкість та консистенцію крем-паст / Т.В. Матвеева, З.П. Федякіна // Збірник УкрНДІОЖНААН *Інноваційні технології: актуальні питання науки і практики*: Харків: УкрНДІОЖНААН, 2022. – В.6 – С.51-57.

## Bibliography (transliterated)

1. Smoliar, V. I. (2007). Osnovni tendentsii v kharchuvanni naselennia Ukrainy. *Problemy kharchuvannia*, 4, 3.
2. Abou-Gharbia, H., Shehata, A.A.Y., Youssef, M. and Shahidi, F. (1996). Oxidative stability of sesame paste (tehina). *Journal of Food Lipids*, 3, 129-137. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.1996.tb00060.x>
3. L. Hou, C. Li, and X. Wang J. (2020). The Colloidal and Oxidative Stability of the Sesame Pastes during Storage. *Oleo Sci.* 69 (3), 191-197.
4. Mureșan, V., Danthine, S., Bolboacă, S.D. *et al.* (2015). Roasted Sunflower Kernel Paste (Tahini) Stability: Storage Conditions and Particle Size Influence. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 92, 669–683. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2622-7>
5. Damir, A.A. (1984). Utilization of sunflower seeds in tahina and halawa processing. *Food Chemistry*, 14 (2), 83-92. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(84\)90047-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(84)90047-5)
6. Labeiko, M.A., Matveeva, T.V., Fediakina, Z.P. (2021). Doslidzhennia vplyvu riznykh parametriv na stalbilnist emulsiinoi systemy krem-past. *Zbirnyk UkrNDIOZhNAAN Innovatsiini tekhnolohii:aktualni pytannia nauky i praktyky*, 5, 66-70.
7. Matveeva, T.V., Fediakina, Z.P. (2022). Doslidzhennia vplyvu tekhnolohichnykh faktoriv na viazkist ta konsystentsiiu krem-past *Zbirnyk UkrNDIOZhNAAN Innovatsiini tekhnolohii:aktualni pytannia nauky i praktyky*, 6, 51-57.

УДК 664.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ІНАКТИВАЦІЇ АНТИАЛІМЕНТАРНИХ ФАКТОРІВ КУНЖУТУ ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**І.П. ПЕТИК**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*Досліджено вплив початкової вологості і часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів насіння кунжуту. Відбувається збільшення вмісту амінного азоту з 0,25 % до 4,25 % і вище після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту при збільшенні його вологості з 9 % до 12 %. Вміст амінного азоту після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту зі збільшенням часу попередньої обробки надвисокочастотним випромінюванням з 240 – 250 с. до 350 с. і зі збільшенням початкової вологості основи з 13 % до 16 % зменшується. Встановлено раціональні умови попередньої обробки насіння кунжуту для інактивації антиаліментарних факторів: зволоження до 10 – 13 %, час обробки НДЧ-випромінюванням 220 – 240 с. Досліджено особливості використання подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом в технології шоколадних паст підвищеної харчової цінності для спортивного харчування. Проведено органолептичну оцінку дослідних зразків з різним вмістом кунжутного насіння, в ході якої продукцію оцінювали за зовнішнім виглядом, однорідністю, пластичністю, кольором, смаком і ароматом. Визначено вплив вмісту подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом на споживчі властивості шоколадних паст. Подрібнене насіння кунжуту в складі шоколадної паст впливає на смак, аромат і пластичність, які у дослідних зразків вище, ніж у контрольного, що не містить насіння кунжуту. Зокрема, в дослідних зразках шоколадних паст проявляється характерний пікантний горіховий аромат і смак; довше зберігається відчуття «наповненості» у роті («mouth-feeling»). Обрано ефективну концентрацію насіння кунжуту в шоколадній пасті на рівні 15 %. Одержані наукові результати дозволяють використовувати подрібнене насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом як сировину для продуктів спортивного харчування.*

**Ключові слова:** насіння кунжуту, інгібітори протеолітичних ферментів, надвисокочастотне випромінювання, зволоження, шоколадна паста, спортивне харчування.

**Вступ.** Кунжутне насіння є багатим на антиоксиданти та біологічно активні сполуки, зокрема лігнани, фітостероли, жирні кислоти та токофероли. Ліпіди кунжуту мають вищі антиоксидантні властивості порівняно з іншими харчовими ліпідами завдяки вмісту специфічних лігнанів

з антиоксидантною активністю – сезамолу вільного, сезамолу зв'язаного, сезамоліну, саміну [1].

Більшість лігнанів кунжуту міститься в насінні, головним чином включаючи сезамол, сезамін і сезамолін. Усі вони виявляють широкий спектр біологічних властивостей. Доведено, що кунжутні лігнани сприяють інтенсифікації кровообігу в м'язах, збуджуючи активність симпатичних нервів, а також впливають на метаболічні процеси в мозку та запобігають його віковій дисфункції за допомогою антиоксидантної активності. Оскільки кунжутне насіння стає сировиною, що має оздоровчі властивості, однією з важливих цілей селекції кунжуту є підвищення вмісту вищевказаних лігнанів. Сезамол використовується як біологічно активна сполука протизапальної, антиоксидантної, гіполіпідемічної, антидепресивної, антиатеросклеротичної дії, може ефективно пригнічувати агрегацію тромбоцитів, застосовується у лікуванні таких хвороб як діабетична нефропатія, а також деякі хвороби серця [2].

Сезамін також є одним із основних лігнанів кунжуту, і вважається, що він має антипроліферативну, проапоптотичну, протизапальну, проангіогенну та антиоксидантну, а також проаутофагоцитарну дію. Він також позитивно впливає на нормалізацію артеріального тиску, рівень глюкози в крові та рівень окислення ліпідів мембран, пригнічує диференціацію та функцію остеокластів, тобто може бути потенційним терапевтичним засобом для профілактики остеоартриту. Існують дослідження [3, 4], що сезамін може клінічно зменшити розвиток стеатозу шляхом інгібування ліганд-індукованого адипогенезу.

Сезамолін давно відомий як представник лігнанів в кунжутній олії, який продемонстрував значні антиоксидантні та антимутагенні властивості. Сезамолін може ефективно запобігти спричиненій гіпоксією загибелі первинних кортикальних клітин. Крім того, визначено, що сезамолін може ефективно активувати природні клітини-кілери, регулюючи диференціацію та активацію дендритних клітин, що має потенціал як терапевтичний засіб для лікування пухлин [2].

Основними фітостеролами в кунжутному насінні є  $\beta$ -ситостерин. Фітостероли можуть бути використані як оздоровчі компоненти для зниження рівня ліпопротеїнів низької щільності та холестерину в крові та запобігання серцево-судинним захворюванням. Існує припущення, що насіння кунжуту доцільно додавати в оздоровчі харчові продукти, для лікування гіперхолестеринемії та з метою гепатопротекції [2, 5].

Таким чином з огляду на потужний біологічно активний комплекс насіння кунжуту, доцільно застосовувати його як компонент у складі продуктів для раціонального харчування спортсменів. Але однією з важливих особливостей кунжутного насіння, як і насіння більшості олійних культур, є наявність антиаліментарних факторів, зокрема інгібіторів протеолітичних ферментів [2, 6]. Ці білки утворюють з ферментами стійкі комплекси, у складі яких ферменти повністю втрачають свої каталітичні властивості. Для олійного насіння та бобових культур є найбільш вивченими білки –

інгібітори протеолітичних ферментів, насамперед трипсину і хімотрипсину. Біологічна роль білків-інгібіторів полягає в їх здатності оборотно зв'язувати власні протеолітичні ферменти і переводити їх в неактивний стан. Це запобігає передчасному (до проростання) гідролізу запасних білків насіння. Крім того, білки-інгібітори нейтралізують чужорідні ферменти, що вводяться в насіння комахами-шкідниками і ферменти мікрофлори, яка ушкоджує насіння. Білки-інгібітори мають деякі загальні властивості: вони низькомолекулярні, розчинні у воді або в розведених розчинах кислот; вони виключно термостійкі, деякі навіть витримують короткочасне кип'ятіння у воді, не втрачаючи активності; в їх складі дуже мало або практично немає амінокислот триптофану, метіоніну і дуже високий вміст цистеїну і проліну; кожен інгібітор має власний активний центр або центри, які взаємодіють з активним центром ферменту, що інгібується [7, 8].

Присутність в насінні олійних культур великої кількості білків-інгібіторів набагато зменшує ступінь засвоюваності білків. Тому при технологічній переробці олійного насіння мають бути передбачені операції, що забезпечують надійну інактивацію інгібіторів ферментів. З цією метою застосовують інтенсивну вологотеплову обробку подрібненого і знежиреного насіння, термоекструзію, і деякі інші методи, які, в свою чергу, викликають денатурацію запасних білків насіння, тим самим знижуючи їх біологічну цінність [6, 9, 10]. Тому тільки збереження унікального хімічного складу олійного насіння, зокрема насіння кунжуту, з одночасною інактивацією антиаліментарних речовин створює широкі можливості для комплексного використання даної олійної сировини при промисловій переробці, особливо у напрямку створення спеціалізованих продуктів, зокрема спортивного харчування, що призначене для вживання у їжу спортсменами при інтенсивних фізичних навантаженнях у змагальний період [11 – 14].

Отже розробки, які направлені на створення нових видів спортивного харчування на базі насіння олійних культур з інактивованим антиаліментарним комплексом, зокрема кунжуту, є актуальними та перспективними для застосування в умовах багатоденних змагань, важкої ненормованої праці, а також в умовах проведення бойових дій.

**Мета дослідження** – визначення раціональних параметрів інактивації антиаліментарного комплексу насіння кунжуту для його подальшого застосування в технології спортивного харчування. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- дослідити вплив початкової вологості і часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів насіння кунжуту;
- встановити раціональні умови попередньої обробки насіння кунжуту для інактивації антиаліментарних факторів;
- дослідити особливості використання подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом в технології шоколадних паст для спортивного харчування;

- визначити вплив вмісту подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом на споживчі властивості шоколадних паст.

### **Матеріали та методи досліджень**

Для проведення досліджень використано кунжутне насіння згідно з насінням кунжуту згідно з ДСТУ 7012. Насіння кунжуту підсушували в сушильній шафі за температури 100 – 105 °С до вологості 6,0 – 6,5 %.

Грубий помел насіння одержували в лабораторному гомогенізаторі для сипучих продуктів (частота обертів близько 3000 об./хв.) до діаметру часточок 500...800 мкм. Отримана суміш мала консистенцію порошку.

Тонке подрібнення насіння проводили на ножовому вертикальному подрібнювачі моделі *Glasser* (частота обертів 7000...10 000 об./хв.). Отримана суміш мала консистенцію пасти.

Принцип способу зниження вмісту антиаліментарних факторів – інгібіторів протеолітичних ферментів в подрібненому насінні кунжуту грубого помелу полягала в зволоженні маси та її обробки надвисокочастотним випромінюванням. Вихідну вологість маси корегували за допомогою зволоження і визначали термогравіметрично. Частота обробки надвисокочастотним випромінюванням – 2450 МГц. Після обробки всі зразки подрібненого насіння сушили до вологості 6 – 8 %. Ефективність обробки маси визначали наступним чином. Висушені до вологості 6 – 8 % зразки піддавали ферментативному гідролізу. Джерелом протеолітичних ферментів використано ферментний препарат *Distizym Protacid Extra* (виробництво *Erbsloeh Geisenheim AG*, Німеччина). Протеолітична активність препарату обумовлена дією кислій грибною пептидази, яка руйнує білки до амінокислот. Препарат ефективний за температури 50 – 58 °С, при *pH* 2,0 – 6,0. Активність *Distizym Protacid Extra* становить 350 од./мл. Норма внесення ферментного препарату – 0,05 од./г. Ефективність дії обробки насіння кунжуту надвисокочастотним випромінюванням (тобто підвищення біологічної цінності білку) оцінювали за кількістю  $\alpha$ -амінного азоту після ферментативного гідролізу порівняно з контрольним зразком, що не піддавався попередній обробці надвисокочастотним випромінюванням. Амінний азот являє собою азот вільних аміногруп амінокислот в розчині після ферментативного гідролізу і визначався методом формольного титрування. При заданому ступеню ймовірності  $P = 95$  %, відносна похибка не перевищувала: при визначенні вологості сировини – 2 %; при визначенні вмісту амінного азоту – 2 %.

Отримання шоколадної пасти підвищеної харчової цінності для харчування спортсменів включає в себе наступні етапи: попередня підготовка компонентів (спред, цукрова пудра, какао-порошок, сухе знежирене молоко, подрібнене насіння кунжуту тонкого помелу), їх дозування в заданих пропорціях, підігрівання, змішування лабораторним міксером з метою приготування однорідної дрібнодисперсної маси; органолептичний контроль якості продукту, пакування.

Обробку результатів досліджень здійснено з використанням програмних пакетів *Microsoft Excel*.

### Результати роботи та їх обговорення

На першому етапі роботи проведено дослідження впливу початкової вологості і часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів насіння кунжуту. Дані щодо впливу величини зволоження подрібненого насіння кунжуту та часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів, який прямо пропорційно залежить від вмісту амінного азоту після ферментативного гідролізу білка відображені на рис. 1.

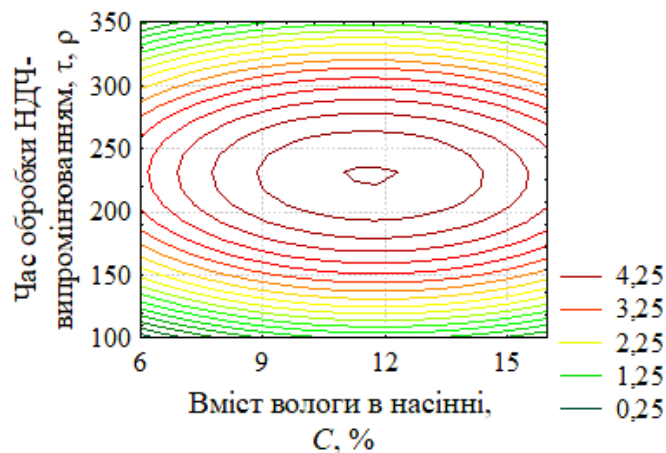


Рисунок 1 – Залежність вмісту амінного азоту після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту від величини зволоження та тривалості обробки надвисокочастотним випромінюванням

Відповідно до експериментальних даних відбувається збільшення вмісту амінного азоту з 0,25 % до 4,25 % і вище після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту при збільшенні його початкової вологості з 9 % до 12 %. Це свідчить про термічну денатурацію інгібіторів протеїназ зволоженого олійного насіння при обробці надвисокочастотним випромінюванням. Варто відзначити, що вміст амінного азоту після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту зі збільшенням часу попередньої обробки надвисокочастотним випромінюванням з 240 – 250 с. до 350 с. і зі збільшенням початкової вологості основи з 13 % до 16 % зменшується. Очевидно, це пов'язано з тим, що за більш жорстких умов обробки відбувається необоротна денатурація білків насіння, що знижує їхню доступність для протеолітичних ферментів (в умовах дослідження використано ферментний препарат *Distizym Protacid Extra* – кислу грибну пептидазу, яка руйнує білки до амінокислот, з подальшим визначенням розчинного амінного азоту як показника ефективності дії пептидази). Варто відзначити, що для насіння кунжуту раціональний діапазон зволоження є доволі широким – 8...15 %.



Розраховано апроксимаційні моделі впливу зволоження і часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації антиаліментарних факторів – інгібіторів протеолітичних ферментів насіння кунжуту. Рівняння, що описують залежність вмісту амінного азоту після ферментативного гідролізу білка від величини зволоження та тривалості обробки надвисокочастотним випромінюванням для насіння кунжуту наступне:

$$C_{ANses} = 11,2409 + 0,8292 \cdot w + 0,0978 \cdot \tau - 0,0342 \cdot w^2 + 0,0001 \cdot w \cdot \tau - 0,0002 \cdot \tau^2, \quad (1)$$

(в межах  $w = 10 \dots 15\%$ ,  $\tau = 100 \dots 350\text{с}$ ),

де  $C_{ANses}$  – вміст амінного азоту, % від вмісту білка в насінні кунжуту;  
 $\tau$  – час обробки сировини надвисокочастотним випромінюванням, с;  
 $w$  – вихідна вологість сировини, %.

Варто відзначити, що вміст амінного азоту після ферментативного гідролізу білка в контрольному досліді (без зволоження насіння і обробки надвисокочастотним випромінюванням) складає  $0,25 \pm 0,10\%$  для насіння кунжуту, що свідчить про перевагу запропонованого технологічного рішення щодо інактивації інгібіторів протеїназ в олійному насінні.

На основі аналізу рівняння (1) і графічної залежності (рис. 1) встановлено раціональні умови попередньої обробки насіння кунжуту: зволоження 10 – 13 %, час обробки НДЧ-випромінюванням 220 – 240 с.

Вказані діапазони параметрів обробки дозволяють підвищувати біологічну цінність вказаної олійної сировини через інактивацію інгібіторів протеолітичних ферментів.

На другому етапі роботи проведено дослідження особливостей використання подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом в технології шоколадних паст підвищеної харчової цінності для спортивного харчування, що призначене для вживання у їжу спортсменами при інтенсивних фізичних навантаженнях у змагальний період.

Вибір шоколадної пасти як об'єкту збагачення насінням кунжуту ґрунтується на тому, що даний продукт, незважаючи на калорійність і високий вміст жирів, використовується в спортивному і дієтичному харчуванні. В його складі мають міститись повноцінні білки, ненасичені жири, антиоксиданти, клітковина, а також вітаміни і мікроелементи. Шоколадна паста відповідно до ДСТУ 7374 представляє собою однорідну тонкоподрібнену пластичну масу, що складається з цукру, какао-порошку з додаванням або без додавання горіхів або інших культур, харчових добавок та інших видів сировини, з масовою часткою жиру 28–36 %. В лабораторних умовах отримано шоколадну пасту за модельною рецептурою, що представлена в табл. 1.

Таблиця 1 – Модельна рецептура шоколадної пасти

Найменування сировини	Суша речовина (СР), %	Витрата сировини, кг	
		в натурі	в СР
Какао-порошок	99,90	160,00	159,84
Цукрова пудра	99,85	220,00	219,67
Сухе знежирене молоко	96,00	140,00	134,40
Спред	75,00	485,00	360,00
Вихід	87,40	1000,00	873,91

Компоненти шоколадної пасти за своїми фізико-хімічними показниками відповідають діючий нормативній документації.

Для визначення впливу вмісту подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом на споживчі властивості шоколадних паст проведено органолептичну оцінку дослідних зразків, в ході якої продукцію оцінювали за зовнішнім виглядом, однорідністю, пластичністю, кольором, смаком і ароматом. Рецептурний склад модельних зразків представлено у табл. 2.

Таблиця 2 – Рецептурний склад модельних зразків шоколадних паст з насінням кунжуту

Найменування компоненту	Модельні зразки				
	1	2	3	4	5
Какао-порошок, %	16,00	15,20	14,40	13,60	12,80
Цукрова пудра, %	22,00	20,90	19,80	18,70	17,60
Сухе знежирене молоко, %	14,00	13,30	12,60	11,90	11,20
Спред, %	48,00	45,60	43,20	40,80	38,40
Подрібнене насіння кунжуту, %	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Всього, %	100,00				

Результати органолептичної оцінки отриманих зразків з різним вмістом насіння кунжуту відображені в профілограмі яка представлена на рис. 2.

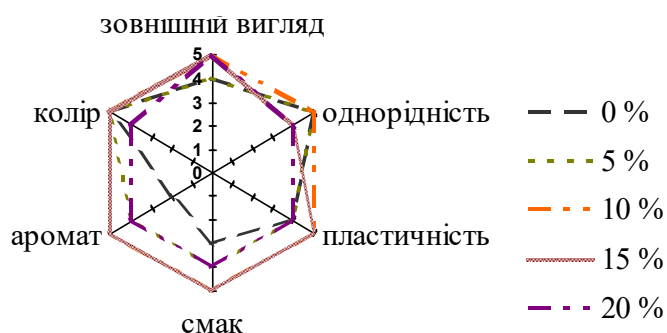


Рисунок 2 - Профілограма шоколадних паст з різним вмістом насіння кунжуту

З профілограми шоколадних паст з різним вмістом насіння кунжуту (рис. 2) видно, що дане олійне насіння в складі шоколадної пасти впливає на смак, аромат і пластичність, які у дослідних зразків вище, ніж у контрольного, що не містить насіння кунжуту. Зокрема, в дослідних зразках шоколадних паст проявляється характерний пікантний горіховий аромат і смак; довше зберігається відчуття «наповненості» у роті («*mouth-feeling*»). Подальше збільшення дозування добавки – понад 15 %, в свою чергу, приводить до появи борошністого присмаку і гіркуватого присмаку. Таким чином, виходячи з результатів органолептичної оцінки, обрано ефективну концентрацію насіння кунжуту в шоколадній пасті на рівні 15 %. За органолептичними показниками розроблений продукт відповідає вимогам вітчизняної нормативної документації. У подальшому, отриманий продукт підвищеної харчової цінності може використовуватися для вживання в їжу спортсменами при інтенсивних фізичних навантаженнях у змагальний період.

### **Висновки**

Досліджено вплив початкової вологості і часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів насіння кунжуту. Відбувається збільшення вмісту амінного азоту з 0,25 % до 4,25 % і вище після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту при збільшенні часу попередньої обробки надвисокочастотним випромінюванням з 9 % до 12 %. Вміст амінного азоту після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту зі збільшенням часу попередньої обробки надвисокочастотним випромінюванням з 240 – 250 с. до 350 с. і зі збільшенням початкової вологості основи з 13 % до 16 % зменшується.

Встановлено раціональні умови попередньої обробки насіння кунжуту для інактивації антиаліментарних факторів: зволоження до 10 – 13 %, час обробки НДЧ-випромінюванням 220 – 240 с.

Досліджено особливості використання подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом в технології шоколадних паст підвищеної харчової цінності для харчування спортсменів. Проведено органолептичну оцінку дослідних зразків з різним вмістом кунжутного насіння, в ході якої продукцію оцінювали за зовнішнім виглядом, однорідністю, пластичністю, кольором, смаком і ароматом.

Визначено вплив вмісту подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом на споживчі властивості шоколадних паст. Подрібнене насіння кунжуту в складі шоколадної пасти впливає на смак, аромат і пластичність, які у дослідних зразків вище, ніж у контрольного, що не містить насіння кунжуту. Зокрема, в дослідних зразках шоколадних паст проявляється характерний пікантний горіховий аромат і смак; довше зберігається відчуття «наповненості» у роті («*mouth-feeling*»). Обрано ефективну концентрацію насіння кунжуту в шоколадній пасті на рівні 15 %. Отриманий продукт підвищеної харчової цінності може використовуватися

для вживання в їжу спортсменами при інтенсивних фізичних навантаженнях у змагальний період.

### Література

1. Belinska, A., Bochkarev, S., Varankina, O., Rudniev, V., Zviahintseva, O., Bielykh, I., Khosha, V., Rudnieva, K. Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 5/11 (101). P. 6-14. doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908.
2. Mai, X., Wang, Zh. A comprehensive review of bioactive compounds and processing technology of sesame seed. *Oil Crop Science*. 2022. Is. 7, № 2, P. 88-94. https://doi.org/10.3390/ijms23179573.
3. Embaby, H. E. Effect of Heat Treatments on Certain Antinutrients and in vitro Protein Digestibility of Peanut and Sesame Seeds. *Food Science and Technology Research*. 2011. №17 (1), P. 31–38. DOI: 10.3136/fstr.17.31.
4. Zhou, Sh., Zou, H. Preparations and antioxidant activities of sesamol and its derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2021. № 31. P. 127716. https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2020.127716.
5. Kahyaoglu, T., Kaya, S. Modelling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting. *Journal of Food Engineering*. 2006. №75, P. 167–177. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.04.011.
6. Johnson, L. A., Suleiman, T. M., Lucas, E. M. Sesame protein: A review and prospectus. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1979. № 56, P. 463–468. doi: 10.1007/BF02671542.
7. Mossor, G., Skupin, J., Romanowska, B. Plant inhibitors of proteolytic enzymes. *Molecular Nutrition & Food Research*. 1984. Is. 28, № 1, P. 93–112. doi: 10.1002/food.19840280122.
8. Mossor, G., Skupin, J., Romanowska, B. Plant inhibitors of proteolytic enzymes. *Food / Nahrung*. 1984. № 28(1). P. 93-112. DOI: 10.1002/food.19840280122.
9. Rackis, J. J., Wolf, W. J., Baker, E. C. Protease Inhibitors in Plant Foods: Content and Inactivation. *Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Foods*. 1986. №199, P. 299–347. DOI: 10.1007/978-1-4757-0022-0\_19.
10. Wynn, J. P., Kendrick, A., Ratledge, C. Sesamol as an inhibitor of growth and lipid metabolism in *Mucor circinelloides* via its action on malic enzyme. *Lipids*. 1997. №32 (6), P. 605–610. DOI: 10.1007/s11745-997-0077-1.
11. Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free radical biology and medicine*. 2017. № 98, P. 144–158. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016.
12. Cannataro, R., Straface, N., Cione, E. Nutritional supplements in combat sports: What we know and what we do. *Human Nutrition & Metabolism*. 2022. № 29, P. 200155. https://doi.org/10.1016/j.hnm.2022.200155.

13. Ashbaugh, A., McGrew, C. The Role of Nutritional Supplements in Sports Concussion Treatment. *Current sports medicine reports*. 2016. Is. 15, № 1, P. 16–19. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000219.

Бочкарев, С. В., Папченко, В. Ю., Матвеева, Т. В., Белінська, А. П., Руднєв В. А. Розробка білковожирової основи цукристих кондитерських виробів для харчування спортсменів. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. № 5/3(31), С. 58-64. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.81142.

#### Bibliography (transliterated)

1. Belinska, A., Bochkarev, S., Varankina, O., Rudniev, V., Zviahintseva, O., Bielykh, I., Khosha, V., Rudnieva, K. Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 5/11 (101). P. 6-14. doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908.

2. Mai, X., Wang, Zh. A comprehensive review of bioactive compounds and processing technology of sesame seed. *Oil Crop Science*. 2022. Is. 7, № 2, P. 88-94. <https://doi.org/10.3390/ijms23179573>.

3. Embaby, H. E. Effect of Heat Treatments on Certain Antinutrients and in vitro Protein Digestibility of Peanut and Sesame Seeds. *Food Science and Technology Research*. 2011. №17 (1), P. 31–38. DOI: 10.3136/fstr.17.31.

4. Zhou, Sh., Zou, H. Preparations and antioxidant activities of sesamol and its derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2021. № 31. P. 127716. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2020.127716>

5. Kahyaoglu, T., Kaya, S. Modelling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting. *Journal of Food Engineering*. 2006. №75, P. 167–177. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.04.011.

6. Johnson, L. A., Suleiman, T. M., Lucas, E. M. Sesame protein: A review and prospectus. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1979. № 56, P. 463–468. doi: 10.1007/BF02671542.

7. Mossor, G., Skupin, J., Romanowska, B. Plant inhibitors of proteolytic enzymes. *Molecular Nutrition & Food Research*. 1984. Is. 28, № 1, P. 93–112. doi: 10.1002/food.19840280122.

8. Mossor, G., Skupin, J., Romanowska, B. Plant inhibitors of proteolytic enzymes. *Food / Nahrung*. 1984. № 28(1). P. 93-112. DOI: 10.1002/food.19840280122.

9. Rackis, J. J., Wolf, W. J., Baker, E. C. Protease Inhibitors in Plant Foods: Content and Inactivation. *Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Foods*. 1986. №199, P. 299–347. DOI: 10.1007/978-1-4757-0022-0\_19

10. Wynn, J. P., Kendrick, A., Ratledge, C. Sesamol as an inhibitor of growth and lipid metabolism in *Mucor circinelloides* via its action on malic enzyme. *Lipids*. 1997. №32 (6), P. 605–610. DOI: 10.1007/s11745-997-0077-1.

11. Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free radical biology and medicine*. 2017. № 98, P. 144–158. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016.

12. Cannataro, R., Straface, N., Cione, E. Nutritional supplements in combat sports: What we know and what we do. *Human Nutrition & Metabolism*. 2022. № 29, P. 200155. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2022.200155>.

13. Ashbaugh, A., McGrew, C. The Role of Nutritional Supplements in Sports Concussion Treatment. *Current sports medicine reports*. 2016. Is. 15, № 1, P. 16–19. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000219.

Bochkarev, S. V., Papchenko, V. Yu., Matvieieva, T. V., Bielinska, A. P., Rudniev V. A. Rozrobka bilkovozhyrovoi osnovy tsukrystykh kondyterskykh vyrobiv dlia kharchuvannia sportsmeniv [Development of a protein-fat base of sugary confectionery products for sportsmens nutrition]. *Tekhnolohichniy audyt ta rezervy vyrobnytstva*. 2016. № 5/3(31), C. 58-64. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.81142. [in Ukrainian].

УДК 543.061; 665.3

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ АНАЛІТИЧНОЇ КОНТРОЛЮ У ДОСЛІДЖЕННІ ОКИСНИХ ПРОЦЕСІВ В ХАРЧОВИХ, ТЕХНОЛОГІЯХ

**А. П. БЄЛІНСЬКА**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**І. П. ПЕТИК**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**С. І. САМОЙЛЕНКО**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*Досліджено окисні процеси, що перетікають у біофармацевтичному продукті – олійному розчині  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами за допомогою титрування методом замісника для контролювання технологічних властивостей сировини та готової продукції. Аналітичний метод визначення вмісту пероксидів і гідропероксидів в сировинних компонентах і в розробленому біофармацевтичному продукті заснований на реакції взаємодії продуктів окиснення ліпідних компонентів (пероксидів і гідропероксидів) з йодистим калієм в розчині оцтової кислоти і хлороформу і подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином натрію тіосульфату титриметричним методом.*

*Досліджено вміст первинних продуктів окиснення (пероксидів, гідропероксидів) в сировині для біофармацевтичного продукту: олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*; рослинних олій різного жирнокислотного складу і з різним вмістом природних антиоксидантів. Одержані дані пероксидних чисел сировини задовольняють вимогам відповідної нормативної документації. Виготовлено олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами, наступного складу: олія соєва рафінована ( $70 \pm 3,5$  %); олія кунжутна рафінована ( $15 \pm 0,75$  %); олія соняшникова рафінована ( $15 \pm 0,75$  %); олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora* ( $0,01 \pm 5 \cdot 10^{-4}$  %).*

*Базуючись на проведених дослідженнях, визначено динаміку окиснення біофармацевтичного продукту – олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами. Доведено, що період індукції окиснення виробленого біофармацевтичного продукту за  $85 \pm 1$  °C у 4 рази перевищує період індукції контрольного зразку. Проведені дослідження свідчать про доцільність використання титрування методом замісника для контролю технологічних властивостей сировини та готової продукції в означених вище галузях промисловості.*

**Ключові слова:** аналітична хімія, окисні процеси, титрування методом замісника, контроль технологічних процесів, вуглеводні, тригліцериди,  $\beta$ -каротин.

**Вступ.** Без надійної системи здійснення хімічних аналізів та контролю хімічного складу сировини, напівпродуктів та готової продукції розвиток науки та виробництва є неможливим. Це, звісно, стосується й хімічних, харчових та біофармацевтичних технологій. Проте загальне розуміння необхідності аналітичної хімії в лабораторній практиці означених виробництв не завжди є повним та адекватним. Поширеною є думка, що за умови придбання сучасного обладнання вирішуються всі проблеми аналітичного контролю та аналізу виробництв [1]. Але, крім подібного оснащення, актуальним у лабораторній практиці є використання аналітичних методів, зокрема титриметричних, через їх відповідності положенням загальнозживаної нормативної документації, універсальності та більш низької вартості в порівнянні з інструментальними методами аналізу. Тому завдання інженера-хіміка та хіміка-дослідника є створювати, удосконалювати та теоретично доводити аналітичні методи аналізу для контролю якості сировини, напівпродуктів та готової продукції.

Методи візуальної та інструментальної титриметрії залишаються популярними методами рутинного контролю та діагностики різних матеріалів. За образним висловом Ешворта [2], у контролі хімічних, біохімічних та фармацевтичних виробництв титриметричний аналіз не менш потрібен, ніж колесо в машинобудуванні. У світі створено безліч оригінальних методів та методик інструментального титрування на основі методів потенціометрії, кондуктометрії, амперометрії, фотометрії тощо. Багато з них представлені у різних модифікаціях. Одним з методів титрування є метод титрування замісника з метою визначення вмісту пероксидів і гідропероксидів під час контролю якості сировини, напівпродуктів та готової продукції в хімічних, харчових та біофармацевтичних технологіях. Вказаний спосіб базується на тому, що, сильні окисники (пероксиди та гідропероксиди вуглеводнів/ліпідів) виділяють вільний йод з калію йодиду, який потім титрують стандартним розчином натрію тіосульфату [3, 4].

#### **Дослідження існуючих рішень проблеми**

Ліпідна сировина, зокрема рослинні олії, тваринні жири, ліпідорозчинні біологічно активні речовини є не тільки важливими продуктами харчування й сировиною для харчової промисловості, а ще й сировинною базою для хімічної, косметичної, біотехнологічної та фармацевтичної галузей промисловості [5 – 8]. Наприклад, рослинні олії привертають все більшу увагу як відновлювана сировина у таких основних напрямках використання, як паливо, мастило, як вихідний матеріал для синтезу в хімічній промисловості.

В свою чергу, оцінка ступеню окиснення жирів та олій за допомогою доступних хімічних методів зберігає своє актуальне значення. При цьому



питання способу визначення пероксидного числа (показника, що відображає накопичення первинних продуктів окиснення – пероксидів та гідропероксидів, що перетікає на всіх стадіях життєвого циклу продукції) залишається широко обговорюваним, оскільки різні методи, які є навіть стандартизованими, дають непорівнянні через відхилення у відтворюваності результати як між собою, так і в різних лабораторіях [9, 10]. Проведений аналіз джерел, що описують існуючі методики визначення пероксидного числа (як стандартизовані, так і ті, що носять експериментальний характер) показав різноманітність методів, що застосовуються [5, 10 – 12].

Значна частина проаналізованих методик з титриметричного аналізу вмісту пероксидів та гідропероксидів, що поширюються на різноманітні матриці [13], включаючи різні вуглеводні, а також олії та тваринні жири харчового та медичного призначення [3, 5], передбачає варіації, що відрізняються одним або декількома елементами, зокрема способом пробо підготовки; масою наважки субстанції, що досліджується, використанням екстракту ліпідної фракції, виділеної з продукції; об'ємом та/або співвідношенням частин бінарного розчинника – хлороформу та крижаної оцтової кислоти; концентрацією та об'ємом розчину йодиду калію; застосуванням та тривалістю витримування реакційної суміші у темному місці; об'ємом дистильованої води, що додається; об'ємом та/або концентрацією та способом приготування розчину крохмалю, що застосовується як індикатор; концентрацією титранту – розчину тіосульфату натрію.

Таким чином, результати аналізу існуючих наукових розробок свідчать про актуальність застосування методу титрування замісника з метою визначення вмісту пероксидів і гідропероксидів під час контролю їх вмісту в широкому діапазоні виробництв. Особливості технічного рішення для кожного окремого об'єкта дослідження може базуватися на результатах, які отримані в модельних системах під час досліджень.

**Мета дослідження** – дослідження окисних процесів, що перетікають у біофармацевтичному продукті – олійному розчині  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами за допомогою титрування методом замісника для контролювання технологічних властивостей сировини та готової продукції. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити вміст первинних продуктів окиснення (пероксидів, гідропероксидів) в сировині для біофармацевтичного продукту: олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*; рослинних олій різного жирнокислотного складу і з різним вмістом природних антиоксидантів;
- визначити динаміку окиснення біофармацевтичного продукту – олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами.

### Матеріали досліджень.

В експериментах використано зразки олійного екстракту  $\beta$ -каротину з біомаси гетероталічного гриба *Blakeslea trispora* ІМВФ-100019 (вміст  $\beta$ -каротину  $0,19 \pm 0,01$  %), що депонований в музеї промислових культур Інституту мікробіології і вірусології НАН України. Крім того, досліджено зразки кунжутної (згідно з ГОСТ 8990-59 «Олія кунжутна (сезамова. Технічні умови»)), соєвої (ДСТУ 4534 «Олія соєва. Технічні умови»), соняшникової олії (згідно з ДСТУ 4492 «Олія соняшникова. Технічні умови»).

Дослідження окиснювальної стабільності олій та олійних розчинів  $\beta$ -каротину проведено прискореним методом «активного кисню» за [5]. Метод засновано на продуванні повітря з постійною швидкістю через шар олії за постійної температури  $85$  °С та визначенні через певні проміжки часу показника «пероксидне число». Вимірюючи час у хвилинах і вміст пероксидів і гідропероксидів (яке відповідає аналітичному числу «пероксидне число») в ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг, будують залежність зміни пероксидного числа ліпідної складової від часу експозиції, за якою графічно визначають період індукції ( $\tau$ , хв.). Окиснення олій припиняють, коли пероксидне число досягло значення більше  $10$  ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг. Для встановлення стабільності до окиснення ліпідних продуктів розраховано період індукції окиснення зразків – час, після якого відбувається значне підвищення концентрації продуктів окиснення.

Визначення вмісту пероксидів і гідропероксидів, тобто показника «пероксидне число» в олійних екстрактах  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, рослинних оліях, розробленому біофармацевтичному продукті проведено згідно з ДСТУ ISO 3960 «Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення пероксидного числа». Метод заснований на реакції взаємодії продуктів окиснення ліпідів (пероксидів і гідропероксидів) з йодистим калієм в розчині оцтової кислоти і хлороформу і подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином тіосульфату натрію титриметричним методом.

Експерименти по окисненню зразків ліпідної сировини та продуктів проведено у трьох паралелях. Перед розрахунком похибки досліду  $S_0^2$  розраховано построчні дисперсії  $s_u^2$  та перевірено їх однорідність.

### Результати дослідження

Досліджено вихідний вміст первинних продуктів окиснення (пероксидів, гідропероксидів) в сировині для біофармацевтичного продукту, дані наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Величина пероксидного числа ліпідної складової сировини для біофармацевтичного продукту

№ з/п	Найменування ліпідної сировини	Пероксидне число, ммоль $\frac{1}{2}$ O /кг
1	Олійний розчин $\beta$ -каротину з біомаси <i>Blakeslea trispora</i>	1,6 $\pm$ 0,08
2	Олія соєва рафінована	0,45 $\pm$ 0,02
3	Олія кунжутна рафінована	0,80 $\pm$ 0,05
4	Олія соняшникова рафінована	0,65 $\pm$ 0,05

Як видно з результатів дослідження (табл. 1), одержані дані пероксидних чисел сировини задовольняють вимогам відповідної нормативної документації.

Склад олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами, який виготовлено з використанням сировини, вказаної в табл. 1, наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Склад олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*

№ з/п	Найменування ліпідної сировини	Вміст, %
1	Олія соєва рафінована	70 $\pm$ 3,5
2	Олія кунжутна рафінована	15 $\pm$ 0,75
3	Олія соняшникова рафінована	15 $\pm$ 0,75
4	Олійний розчин $\beta$ -каротину з біомаси <i>Blakeslea trispora</i>	0,01 $\pm$ 5 $\cdot$ 10 <sup>-4</sup>

Розроблений продукт представляє собою купажану олію підвищеної біологічної цінності, яка вітамінізована  $\beta$ -каротином, збалансована за складом поліненасичених жирних кислот  $\omega$ -3 та  $\omega$ -6 груп, а також стабілізована від окиснювального псування антиоксидантами рослинного походження – сезамолом та сезаміном. Продукт доцільно вживати як харчовий (салатна олія), як біологічно активну добавку, а також використовувати як основу для олійно-жирових продуктів підвищеної біологічної цінності за рахунок збалансованого складу поліненасичених жирних кислот. Вміст ненасичених жирних кислот в купажаній олії наступний: олеїнова кислота – 10,7 $\pm$ 0,5 %; лінолева кислота – 50,5 $\pm$ 1,0 %; ліноленова кислота – 5,0 $\pm$ 0,5 %, тобто сумарний вміст ненасичених жирних кислот – 66,3 $\pm$ 1,0 %, з них поліненасичених – 55,6 $\pm$ 1,0 % при співвідношенні  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 = 10 : 1.

Визначено динаміку накопичення первинних продуктів окиснення (пероксидів, гідрпероксидів) в олійному розчині  $\beta$ -каротину з біомаси

*Blakeslea trispora* розробленого складу і контрольного зразку порівняння, що представляє собою олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora* (0,01 %), збагачений поліненасиченими жирними кислотами (олійна основа: рафіновані соєва ( $70 \pm 3,5$  %) та соняшникова ( $30 \pm 1,5$  %) олії) (рис. 1).

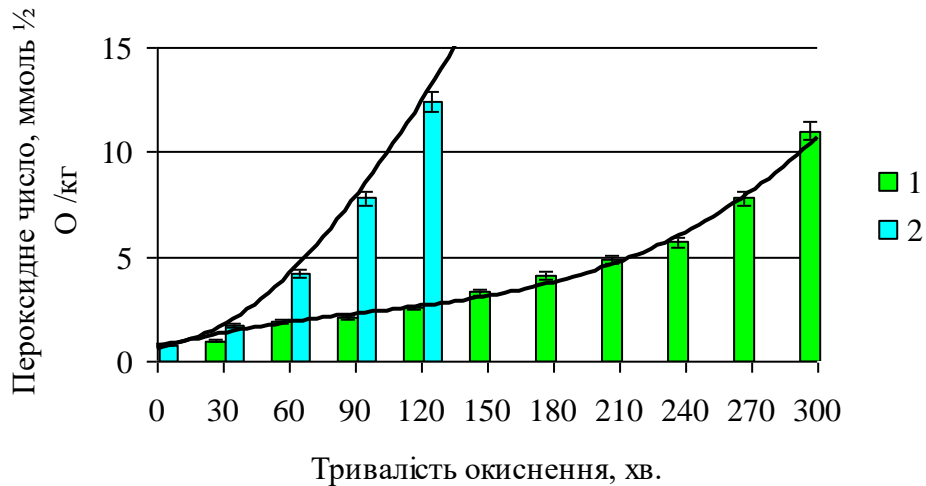


Рисунок 1 – Динаміка накопичення гідропероксидів прискореним методом «активного кисню»: 1 – олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora* (0,01 %), збагачений поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами;  
2 – контрольний зразок – олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora* (0,01 %), збагачений поліненасиченими жирними кислотами

У той час, як величина пероксидного числа контрольного зразку порівняння досягло 10 ммоль ½ O /кг вже на  $105 \pm 5$  хвилині прискореного окиснення, пероксидне число розробленого продукту досягло 10 ммоль ½ O /кг на  $290 \pm 12$  хвилині. Причому в перші  $120 \pm 6$  хвилин прискореного окиснення підвищення пероксидного числа олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora* розробленого складу майже не спостерігається; з  $120 \pm 6$  до  $150 \pm 7$  хвилину окиснення вміст гідропероксидів зростає (пероксидне число зростає з  $2,6 \pm 0,1$  до  $3,8 \pm 0,1$  ммоль ½ O /кг); а з  $150 \pm 7$  по  $240 \pm 12$  хвилин окиснення накопичення гідропероксидів у розробленому продукті знову призупиняється (пероксидне число зростає з  $3,8 \pm 0,1$  до  $5,5 \pm 0,2$  ммоль ½ O /кг). Періоди індукції окиснення за  $85 \pm 1^\circ\text{C}$  зразків розробленого продукту та контрольного зразку наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Параметри окиснення при  $85\pm 1$  °C досліджуваних зразків біофармацевтичних продуктів

Олія	Період індукції, хв.	Термін окиснення, при якому ПЧ досягає 10 ммоль <sup>1/2</sup> O/кг, хв.
Олійний розчин β-каротину з біомаси <i>Blakeslea trispora</i> (0,01 %), збагачений поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами	$240 \pm 5$	$290 \pm 5$
Контрольний зразок – олійний розчин β-каротину з біомаси <i>Blakeslea trispora</i> (0,01 %), збагачений поліненасиченими жирними кислотами	$60 \pm 2$	$105 \pm 5$

Результати експериментальних даних, отриманих за допомогою титрування методом замісника, які наведені на рис. 1 і табл. 3, показують, що період індукції виробленого біофармацевтичного продукту за  $85\pm 1$  °C становить  $240\pm 5$  хвилин, що у 4 рази перевищує період індукції контрольного зразку, який становить  $60\pm 2$  хвилин. Це свідчить про доцільність використання переваги запропонованої сировинної бази для означеного біофармацевтичного продукту порівняно з контрольним зразком.

#### **Висновки.**

За результатами аналітичного огляду наукової літератури та проведених досліджень зроблено висновки щодо актуальності застосування методів аналітичної хімії та контролю, зокрема титрування методом замісника у дослідженні окисних процесів хімічних, харчових та біофармацевтичних технологій:

- досліджено вміст первинних продуктів окиснення (пероксидів, гідропероксидів) в сировині для біофармацевтичного продукту: олійного розчину β-каротину з біомаси *Blakeslea trispora*; рослинних олій різного жирнокислотного складу і з різним вмістом природних антиоксидантів. Одержані дані пероксидних чисел сировини задовольняють вимогам відповідної нормативної документації;

- базуючись на проведених дослідженнях, визначено динаміку окиснення біофармацевтичного продукту – олійного розчину β-каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами. Доведено, що період індукції виробленого біофармацевтичного продукту за  $85\pm 1$  °C у 4 рази перевищує період індукції контрольного зразку. Проведені дослідження свідчать про доцільність використання титрування методом замісника для контролю технологічних властивостей сировини та готової продукції в означених вище галузях промисловості.

## Література

1. Debusa, B., Parastarb, H., Harringtonc, P., Kirsanov D. Deep learning in analytical chemistry // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2021. Vol. 145. P. 116459.
2. Эшворт, М. Р. Ф. Титриметрические методы анализа органических соединений / Пер. с англ. под. ред. А.П. Крешкова. Химия. 1968. 553 с.
3. Gharby, S., Hajib, A., Ibourki, M., Sakar, El H., Nounah, Is., Elibrahimi, M., Harhar H. Induced changes in olive oil subjected to various chemical refining steps: A comparative study of quality indices, fatty acids, bioactive minor components, and oxidation stability kinetic parameters // *Chemical Data Collections*. 2021. Vol. 33. P. 100702.
4. Белінська А.П. Технологія купажованої олії підвищеної біологічної цінності: Дис... канд. техн. наук, Харків, 2011, 230 с.
5. Белінська А. П., Кричковська Л. В., Зекунова Т. І. Розробка технологічних режимів рафінації олійних розчинів  $\beta$ -каротину // *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2010. Вип. 38 (2). С. 157–160.
6. Barroso, L., Viegas, C., Vieira, J., Ferreira-Pêgo, C., Costa, J., Fonte P. Lipid-based carriers for food ingredients delivery // *Journal of Food Engineering*. 2021. Vol. 295, P. 110451.
7. Fagionato Masiero, J., Barbosa, E. J., Oliveira Macedo, L., Souza, A., Nishitani Yukuyama, M., Arantes, G. J., Bou-Chacra N. A. Vegetable oils in pharmaceutical and cosmetic lipid-based nanocarriers preparations // *Industrial Crops and Products*. 2021. Vol. 170, P. 113838.
8. Vivek, N., Sindhu, R., Madhavan, A., Anju, A. J., Castro, E., Faraco, V., Pandey, A., Binod P. Recent advances in the production of value added chemicals and lipids utilizing biodiesel industry generated crude glycerol as a substrate – Metabolic aspects, challenges and possibilities: An overview // *Bioresource Technology*. 2017. Vol. 239, P. 507-517.
9. Zhang, N., Li, Y., Wen, Sh., Sun, Yi., Chen, J., Gao, Yu., Sagymbek, A., Yu, X. Analytical methods for determining the peroxide value of edible oils: A mini-review // *Food Chemistry*. 2021. Vol. 358. P. 129834.
10. Choudhari Sh., Singhal, R. Media optimization for the production of  $\beta$ -carotene by *Blakeslea trispora*: A statistical approach // *Bioresource Technology*. 2008. Vol. 99, Is. 4, P. 722–730.
11. Santas, J., Guzmán, Ye. J., Guardiola, F., Rafecas, M., Bou, R. High-throughput analysis of lipid hydroperoxides in edible oils and fats using the fluorescent reagent diphenyl-1-pyrenylphosphine // *Food Chemistry*. 2014. Vol. 162, P. 235-241.
12. Farhoosh, R. New insights into the kinetic and thermodynamic evaluations of lipid peroxidation // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 375, P. 131659.
13. Chen, J., Zhang, L., Li, Yo., Zhang, N., Gao, Yu., Yu, X. The formation, determination and health implications of polar compounds in edible oils: Current status, challenges and perspectives// *Food Chemistry*. 2021. Vol. 364. P. 130451.

## Bibliography (transliterated)

1. Debusa, B., Parastarb, H., Harringtonc, P., Kirsanov D. Deep learning in analytical chemistry // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2021. Vol. 145. P. 116459.
2. Əshvort, M. R. F. Tytrymetrycheskye metody analiza orhanycheskykh soedynenyi / Per. s anhl. pod. red. A.P. Kreshkova. *Khymia*. 1968. 553 s.
3. Gharby, S., Hajib, A., Ibourki, M., Sakar, El H., Nounah, Is., Elibrahimi, M., Harhar H. Induced changes in olive oil subjected to various chemical refining steps: A comparative study of quality indices, fatty acids, bioactive minor components, and oxidation stability kinetic parameters // *Chemical Data Collections*. 2021. Vol. 33. P. 100702.
4. Bielinska A.P. Tekhnolohiia kupazhovanoi olii pidvyshchenoi biolohichnoi tsinnosti: Dys... kand. tekhn. nauk, Kharkiv, 2011, 230 s.
5. Bielinska A. P., Krychkovska L. V., Zekunova T. I. Rozrobka tekhnolohichnykh re-zhymiv rafinatsii oliinykh rozchyniv  $\beta$ -karotynu // *Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii*. 2010. Vyp. 38 (2). S. 157–160.
6. Barroso, L., Viegas, C., Vieira, J., Ferreira-Pêgo, C., Costa, J., Fonte P. Lipid-based carriers for food ingredients delivery // *Journal of Food Engineering*. 2021. Vol. 295, P. 110451.
7. Fagionato Masiero, J., Barbosa, E. J., Oliveira Macedo, L., Souza, A., Nishitani Yukuyama, M., Arantes, G. J., Bou-Chacra N. A. Vegetable oils in pharmaceutical and cosmetic lipid-based nanocarriers preparations // *Industrial Crops and Products*. 2021. Vol. 170, P. 113838.
8. Vivek, N., Sindhu, R., Madhavan, A., Anju, A. J., Castro, E., Faraco, V., Pandey, A., Binod P. Recent advances in the production of value added chemicals and lipids utilizing biodiesel industry generated crude glycerol as a substrate – Metabolic aspects, challenges and possibilities: An overview // *Bioresource Technology*. 2017. Vol. 239, P. 507-517.
9. Zhang, N., Li, Y., Wen, Sh., Sun, Yi., Chen, J., Gao, Yu., Sagymbek, A., Yu, X. Analytical methods for determining the peroxide value of edible oils: A mini-review // *Food Chemistry*. 2021. Vol. 358. P. 129834.
10. Choudhari Sh., Singhal, R. Media optimization for the production of  $\beta$ -carotene by *Blakeslea trispora*: A statistical approach // *Bioresource Technology*. 2008. Vol. 99, Is. 4, P. 722–730.
11. Santas, J., Guzmán, Ye. J., Guardiola, F., Rafecas, M., Bou, R. High-throughput analysis of lipid hydroperoxides in edible oils and fats using the fluorescent reagent diphenyl-1-pyrenylphosphine // *Food Chemistry*. 2014. Vol. 162, P. 235-241.
12. Farhoosh, R. New insights into the kinetic and thermodynamic evaluations of lipid peroxidation // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 375, P. 131659.
13. Chen, J., Zhang, L., Li, Yo., Zhang, N., Gao, Yu., Yu, X. The formation, determination and health implications of polar compounds in edible oils: Current status, challenges and perspectives// *Food Chemistry*. 2021. Vol. 364. P. 130451.

УДК 665.1

## ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА ОКИСНЮВАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

**Н.С. СТАРОСЕЛЬСЬКА**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З.П. ФЕДЯКІНА**, завідуючий відділом досліджень технології переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.С. МАЗАЄВА**, кандидат технічних наук, науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті наведено результати досліджень окиснювальної стабільності індивідуальної соняшникової олії у присутності харчових добавок: суміші токоферолів, бутилгідроксианізолу, бутилгідрокситолуолу. Визначення окиснювальної стабільності олії виконано методом диференційної скануючої калориметрії (ДСК) в ізотермічному режимі при температурі 110 °С. Встановлено раціональні концентрації харчових добавок.*

**Ключові слова:** харчова добавка, олія соняшникова, суміш токоферолів, бутилгідроксианізол, бутилгідрокситолуол

**Вступ.** Як відомо, суттєвою проблемою при виробництві та використанні жирів є різні види псування, які обумовлені гідролітичними та окиснювальними процесами. Зміна складу та властивостей жирів в результаті окиснення ускладнює їх використання як компонентів харчових та косметичних продуктів, мастильних, будівельних матеріалів, як сировину для біодизельного пального тощо. Застосування як сировини окислених олій погіршує якість готової продукції, потребує збільшення дозування каталізаторів тощо. Так, під час хімічного переестерифікування пероксидне число жиру  $1,0 \frac{1}{2} \text{ O моль/кг}$  викликає дезактивацію каталізатору натрій метилату у кількості  $0,054 \text{ кг/т}$  олії.

Швидкість окиснення визначається будовою жирних кислот у триацигліцерах, температурою тощо. Окиснення відбувається як ланцюговий вільно-радикальний процес, ініціаторами якого є активні форми кисню [1]. Ефективними синтетичними антиоксидантами (інгібіторами процесу) є пропілгалат (n-пропіловий ефір 3,4,5-триоксібензойної кислоти), фенольні сполуки: бутилгідроксианізол, бутилгідрокситолуол, трет-бутилгідрохінон. За підвищених температур використовують фенольні антиоксиданти. Пропілгалат при температурі плавлення  $148 \text{ °C}$  втрачає свою ефективність [2].



Отже, актуальними є дослідження ефективності антиоксидантів та розробка стабільних до окиснення жирових систем. Особливо важливим це питання є при використанні жирів за підвищених температур. Наприклад, під час реакцій переестерифікування, алкоголізу, гліцеролізу жирів використовують температури (90–115) °С. Важливим напрямком є термічна обробка жирів, зокрема, смаження, що потребує особливих підходів до окиснювальної стабілізації жирів [3].

Жири з підвищеною окиснювальною стабільністю отримують шляхом розробки відповідних жирових композицій та використання індивідуальних антиоксидантів та багатокомпонентних антиоксидантних систем [4].

Відомо, що для підвищення окиснювальної стабільності олій застосовують рослинні антиоксиданти (екстракти чабрецю, материнки тощо). Але такі антиоксиданти не є ефективними за підвищених температур [5].

Перспективним напрямком є дослідження антиоксидантних властивостей сировини природного походження: настоїв лікарських трав, чаїв, вин, бальзамів тощо [6]. Високими показниками антиоксидантної активності володіють зразки зеленого чаю. Також показано, що суттєвими антиоксидантними властивостями, у порівнянні з відомими синтетичними препаратами-антиоксидантами, мають рослинні біополімери – лігніни. Але недостатньо даних щодо ефективності та безпечності використання речовин природного походження у жирах за умов підвищених температур [7 – 9].

Серед синтетичних антиоксидантів при підвищених температурах, зокрема, під час смаження, найбільшу ефективність демонструє трет-бутилгідрокінон. При цьому застосовують комплексоутворювачі (наприклад, лимонну кислоту), які зв'язують наявні в олії метали-прооксиданти в комплексні сполуки. Підвищенню окиснювальної стабільності олії також сприяє внесення піногасника (полідиметилсілоксан) [10, 11].

Таким чином, актуальним завданням є дослідження раціональних концентрацій харчових добавок з метою підвищення окиснювальної стабільності та безпечності жирів. Традиційно найбільш поширеним видом олій є соняшникова олія, яка використовується у виробництві багатьох продуктів харчового та нехарчового призначення. Отже, важливою є розробка раціональних антиоксидантних систем для підвищення окиснювальної стабільності соняшникової олії, зокрема, за умов підвищених температур.

**Мета дослідження** – встановлення раціональних концентрацій харчових добавок для підвищення окиснювальної стабільності соняшникової олії.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- дослідження періоду індукції соняшникової олії з додаванням харчових добавок згідно плану експерименту;
- встановлення раціональних концентрацій харчових добавок для підвищення окиснювальної стабільності соняшникової олії.

### Результати досліджень.

Встановлено залежність періоду індукції соняшникової олії за температури 110 °С від концентрації антиоксидантів у суміші.

Період індукції у кожному досліді плану експерименту визначено методом диференційної скануючої калориметрії (ДСК).

Загальна концентрація суміші антиоксидантів у кожному досліді складала 200 мг/кг.

У табл. 1 наведено матрицю планування та експериментальні значення функції відгуку – періоду індукції соняшникової олії, хв.

Таблиця 1 – Матриця планування та експериментальні значення періоду індукції соняшникової олії

№	Концентрація суміші токоферолів, %	Концентрація бутилгідроксианізолу, %	Концентрація бутилгідрокситолуолу, %	Період індукції, хв.
1	100	0	0	411,53
2	0	100	0	345,48
3	0	0	100	301,34
4	50	50	0	379,56
5	50	0	50	362,35
6	0	50	50	315,67

Одержано регресійне рівняння, яке виражає залежність періоду індукції соняшникової олії від концентрації компонентів у суміші антиоксидантів у реальних перемінних:

$$y_1 = 4,144 \cdot x_1 + 3,429 \cdot x_2 + 3,007 \cdot x_3, \quad (1)$$

де  $y_1$  – період індукції соняшникової олії, хв.;

$x_1$  – концентрація суміші токоферолів, %;

$x_2$  – концентрація бутилгідроксианізолу, %;  $x_3$  – концентрація бутилгідрокситолуолу, %.

Коефіцієнт детермінації математичної моделі склав 0,991.

Значущість коефіцієнтів регресії перевірено за  $p$ -рівнем ( $p < 0,05$ ).

На рис. 1 показано графічне зображення залежності періоду індукції олії від концентрації антиоксидантів у суміші.

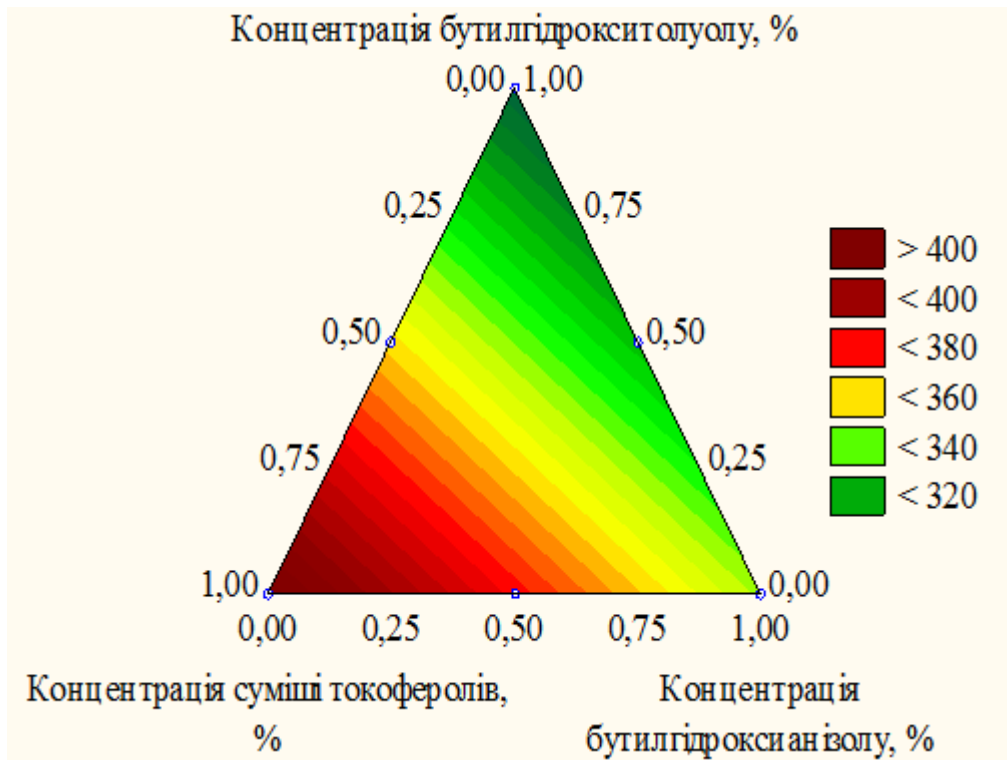


Рисунок 1 – Залежність періоду індукції соняшникової олії від концентрації антиоксидантів у суміші

Максимальний період індукції соняшникової олії спостерігається при застосуванні суміші токоферолів у концентрації 100 %, без додавання інших антиоксидантів. Найбільші значення періоду індукції спостерігаються при додаванні суміші токоферолів у кількості не менше 60 % у суміші антиоксидантів, бутилгідроксианізолу – не більше 60 %, бутилгідрокситолуолу – не більше 60 %.

**Висновки.** Досліджено окиснювальну стабільність соняшникової олії у присутності харчових добавок – антиоксидантів: суміші токоферолів, бутилгідроксианізолу та бутилгідрокситолуолу. Встановлено залежність періоду індукції олії від концентрації антиоксидантів у суміші. Визначення окиснювальної стабільності олій виконано методом диференційної скануючої калориметрії в ізотермічному режимі при температурі 110 °С. Загальна концентрація суміші антиоксидантів у кожному досліді складала 200 мг/кг. Максимальний період індукції соняшникової олії спостерігається при застосуванні суміші токоферолів у концентрації 100 %, без додавання інших антиоксидантів (411,53 хв.). Найбільші значення періоду індукції спостерігаються при додаванні суміші токоферолів у кількості не менше 60 % у суміші антиоксидантів, бутилгідроксианізолу – не більше 60 %, бутилгідрокситолуолу – не більше 60 %. Таким чином, найбільшу ефективність у підвищенні окиснювальної стабільності соняшникової олії виявила суміш токоферолів.

## Лірэпарыта

1. Frankel E. N. (2005). *Lipid Oxidation*. USA: Oily Press.
2. Carocho M., Ferreira I. C. F. R. (2013). A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51, 15 – 25.
3. Halliwell B. (2000). Lipid peroxidation, antioxidants and cardiovascular disease: how should we move forward? *Cardiovascular Research*, 47, 410–418.
4. Brash A. R. (2000). Autoxidation of methyl linoleate: Identification of the bis-allylic 11-hydroperoxide. *Lipids*, 35, 947–952.
5. Carvalho A. M., Ferreira P. J., Mendes V. S., Silva R., Pereira J. A., Jerónimo C., Silva B. M. (2010). Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia*. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 441–447.
6. González J. A., García-Barriuso M., Amich F. (2010). Ethnobotanical study of medicinal plants traditionally used in the Arribes del Duero, western Spain. *Journal of Ethnopharmacology*, 131, 343–355.
7. Viljanen K., Sundberg S., Ohshima T., Heinonen M. (2002). Carotenoids as antioxidants to prevent photooxidation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 353–359.
8. Warner K., Frankel E. N. (1987). Effect of  $\beta$ -carotene on light stability of soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64, 213–218.
9. Nan B., Watson R. R., Preedy V. R. (2012). Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols. *Florida: CRC Press, Boca Raton*.
10. Neff W.E., Mounts T.L., Rinsch W.M., Konishi H. (1993). Photooxidation of soybean oils as affected by triacylglycerol composition and structure. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70, 2, 163–168.
11. Fox N.J., Stachowiak G.W. Vegetable oil-based lubricants—A review of oxidation. *Tribology International*, 40, 7, 1035–1046.

## Bibliography (transliterated)

1. Frankel E. N. (2005). *Lipid Oxidation*. USA: Oily Press.
2. Carocho M., Ferreira I. C. F. R. (2013). A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51, 15 – 25.
3. Halliwell B. (2000). Lipid peroxidation, antioxidants and cardiovascular disease: how should we move forward? *Cardiovascular Research*, 47, 410–418.
4. Brash A. R. (2000). Autoxidation of methyl linoleate: Identification of the bis-allylic 11-hydroperoxide. *Lipids*, 35, 947–952.

5. Carvalho A. M., Ferreira P. J., Mendes V. S., Silva R., Pereira J. A., Jerónimo C., Silva B. M. (2010). Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia*. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 441–447.
6. González J. A., García-Barriuso M., Amich F. (2010). Ethnobotanical study of medicinal plants traditionally used in the Arribes del Duero, western Spain. *Journal of Ethnopharmacology*, 131, 343–355.
7. Viljanen K., Sundberg S., Ohshima T., Heinonen M. (2002). Carotenoids as antioxidants to prevent photooxidation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 353–359.
8. Warner K., Frankel E. N. (1987). Effect of  $\beta$ -carotene on light stability of soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64, 213–218.
9. Nan B., Watson R. R., Preedy V. R. (2012). *Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols*. Florida: CRC Press, Boca Raton.
10. Neff W.E., Mounts T.L., Rinsch W.M., Konishi H. (1993). Photooxidation of soybean oils as affected by triacylglycerol composition and structure. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70, 2, 163–168.
11. Fox N.J., Stachowiak G.W. Vegetable oil-based lubricants—A review of oxidation. *Tribology International*, 40, 7, 1035–1046.

УДК 664.682.9

## ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПАСТИ З ОЛІЙНОГО НАСІННЯ ТИПУ УРБЕЧ ЯК ІНГРЕДІЄНТА КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

**І.П. ПЕТИК**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;  
**М.П. ТИТАРЕНКО**, магістр, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;  
**Л.В. КРИЧКОВСЬКА**, доктор біологічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*В статті подано інформацію щодо розробки складу білково-жирової пасти типу урбеч, збагаченої незамінними амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами  $\omega$ -3 групи та антиоксидантами, у відповідності до фізіологічних потреб спортсменів, робітників важкої фізичної праці, військовослужбовців та інших верств населення. Досліджено можливість використання білково-жирової пасти у виробництві цукерок з метою підвищення їх біологічної цінності, зниження калорійності і подовження строків придатності.*

**Ключові слова:** олійне насіння, паста типу урбеч, незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, кондитерські маси.

**Вступ.** Рівень споживання основних харчових продуктів більшістю населення України як за загальною енергетичною цінністю, так і за своєю структурою значно поступається рекомендованим нормам. Дефіцит амінокислот, поліненасичених жирних кислот (ПНЖК)  $\omega$ -3 групи і мінеральних речовин на сьогоднішній день стійко визначається у 80 % населення. На даний час в країні за забезпеченістю харчового раціону населення есенціальними компонентами, насамперед, такими як незамінні амінокислоти і  $\omega$ -3 ПНЖК, склалася вкрай несприятлива ситуація [1].

Особливо гостро питання раціонального харчування набуває для спортсменів. Сучасний спорт характеризується інтенсивними фізичними, психічними та емоційними навантаженнями. Процес підготовки спортсмена до змагань включає, як правило, дво- або навіть триразові щоденні тренування, залишаючи все менше часу для відпочинку і відновлення фізичної працездатності [2]. Одним з перших і потужних засобів відновлення працездатності є харчування, саме воно здатне розширити межі адаптації організму спортсмена до екстремальних фізичних навантажень. Однак серед фахівців-дієтологів не існує єдиної думки щодо стратегії і тактики харчування спортсменів [3], що можна пов'язати з відсутністю точної інформації про фізіологічні і біохімічні здвиги в організмі спортсмена за умов багаторазових тренувань і наднапружених змагань.

Застосування спеціалізованих харчових продуктів, які збагачені нутрієнтами, повинно дозволити спортсмену не тільки виконати ту чи іншу задачу в умовах підвищених психофізичних навантажень, але і забезпечити ефективну попередню психофізичну підготовку. Це завдання має реалізовуватися на стадії підготовки людини до перебування в екстремальних умовах (збори, змагання) за рахунок введення в щоденний харчовий раціон додаткових продуктів спеціального призначення [2]. Дана продукція має поєднувати в собі доступну ціну та високу харчову, біологічну та енергетичну цінність. Нутрієнти, які використовують в спортивній практиці з метою підвищення фізичної працездатності, можна умовно розділити на наступні групи: цінні нутрієнти – вітаміни (С, Е, В<sub>12</sub>); амінокислоти (аргінін, орнітин, лізин, триптофан), мінерали (бор, хром, фосфати); продукти метаболізму нутрієнтів (НМВ – Р-гідрокси-р-метилбутират, ДНАР – дігідроксиацетон плюс піруват, FDP – діфосфат фруктози та ін.); менш цінні нутрієнти – карнітин, холін, гліцерин, інозит; екстракти рослин (парафармацевтики); алкоголь і кофеїн [2, 3].

Відомо, що найбільш ефективним шляхом ліквідації виявлених дефіцитів нутрієнтів в раціоні харчування спортсменів, а також поліпшення профілактики захворювань, які викликані неповноцінним харчуванням, є розробка нового асортименту і технологій харчової продукції, збагаченої біологічно цінними нутрієнтами. Цукристі кондитерські вироби, що характеризуються високою калорійністю, великим вмістом вуглеводів, жирів та низьким вмістом білку, є досить популярними харчовими продуктами, але мають стійкий попит серед споживачів, особливо дітей і молоді. До того ж сучасні кондитерські вироби мають два основних недоліки – низькі строки придатності і незбалансованість складу. Подовження строку придатності сьогодні вирішується впровадженням біологічно активних добавок [4], але часто синтетичного походження, а рослинний жир, який використовують у виробництві цукристих кондитерських виробів є незбалансованим за незамінними жирними кислотами [5]. Отже, після вирішення цих двох проблем, цукристі кондитерські вироби вже сьогодні можуть стати продуктами оздоровчого призначення.

Слід зазначити, що в останні роки зростає інтерес до застосування у виробництві кондитерських виробів напівфабрикатів з натуральної сировини. Вони містять в своєму складі комплекси вітамінів С, Е, β-каротину, мінеральних речовин (заліза, йоду, кальцію), а також компонентів різної природи, що мають антиоксидантні властивості, але частка обґрунтовано вітамінізованих і збагачених фізіологічно цінними інгредієнтами таких виробів складає менш ніж 1 % від загального обсягу виробництва. У зв'язку з цим, в умовах сучасної ринкової економіки розробка вітчизняної конкурентоспроможної продукції, збагаченої біологічно цінними речовинами, а саме ненасиченими жирними кислотами, білками, амінокислотами, яка може застосовуватися як у повсякденному харчуванні, так і в лікувально-профілактичному або в спеціальному харчуванні

спортсменів, робітників важкої фізичної праці або військовослужбовців, є доцільною та актуальною.

На сьогоднішній день вітчизняний ринок харчових продуктів для спортсменів відноситься до найперспективніших, а тому він динамічно розвивається. Вітчизняне виробництво, яке тільки зароджується, і використання зарубіжних спеціалізованих продуктів в харчуванні спортсменів вимагає об'єктивного наукового обґрунтування принципів створення продукції даного роду. В останні роки в області розробки і застосування спеціалізованих високобілкових продуктів для харчування спортсменів в світі намітився стрімкий розвиток. В даний час, переважно за кордоном, розроблений і випускається досить широкий асортимент цієї групи товарів, проте в нашій країні їх промислове виробництво досить обмежено. До теперішнього часу основним напрямком в області розробки і виробництва подібних продуктів було створення високобілкових сумішей, що мають вузькоспрямовану дію, яка, як правило, забезпечує тільки підтримку харчового статусу і сприяє поліпшенню спортивних показників, але при цьому не знижує негативних наслідків інтенсивних фізичних навантажень і не враховує негативний вплив антицелюлітної дієти на організм спортсмена.

До найбільш цікавих розробок в галузі створення спеціалізованих харчових продуктів для спортсменів відносяться дослідження: Бастрикова І.О. – з розробки спеціалізованого білково-вуглеводного продукту для харчування спортсменів на основі концентрату сироваткового білку, концентрату яєчного альбуміну, коров'ячого молозива, мальтодекстрину, фруктози, глютаміну, креатину, розчинного харчового волокна, вітамінного і мінерального преміксів [6], Мирєдова Р.Ю. – з розробки спеціалізованого високобілкового продукту на основі концентрату сироваткового білку, аргініну і глютаміну, розчинного харчового волокна, вітамінного і мінерального преміксів, екстрактів коренів левзеї [7], Сорокіної І.М. – з розробки спеціалізованого продукту з використанням пробіотиків на основі фільтратів пробіотичних культур [8], Манукьяна Г.Г. – з розробки спеціалізованого продукту з використанням антиоксидантів природного походження – дигідрокверцетину, екстракту зеленого чаю, виноградних кісточок та розмарину [9]. Але зазначені спеціалізовані продукти характеризуються використанням сировини, що має досить високу собівартість та низькі строки зберігання. Крім того дані продукти містять антиаліментарні фактори (інгібітори ферментів) та не є збалансованими за складом незамінних амінокислот та ПНЖК, доцільність яких в спорті переконливо підтверджується результатами численних досліджень, виконаних зарубіжними лабораторіями та низкою вітчизняних фахівців в області харчування [2, 3, 9, 10].

На даний час дослідженням збагачення цукристих кондитерських виробів, зокрема цукерок, займається велика кількість сучасних вітчизняних і зарубіжних дослідників. Вивчено роботи провідних вчених в області розробки рецептур і технологій цукерок, збагачених незамінними



нутрієнтами. Так, наприклад, розроблена технологія функціональних помадних цукерок на основі продуктів переробки сої, зокрема згущеного та модифікованого соєвого молока, соєвого білкового концентрату [11]. Для підвищення біологічної цінності цукерок до їх рецептури запропоновано введення порошкоподібного складу, який містить очищений гемоглобін крові, що збагачений залізом та амінокислотами гістидину [12]. Для зниження цукроємності та підвищення цінності цукерок вченими [13] в рецептурах використано сухий концентрат сироваткових білків молока та сухе молоко. В [14] створено цукрову помаду, яка збагачена сухим екстрактом шипшини. Для лікувально-профілактичного харчування розроблено низку глюкозних помадок із свіжими плодами та ягодами, а також з тими, що пройшли процес сушіння та заморожування, та зі згущеними рідкими або сухими екстрактами лікарських рослин [15]. Київською кондитерською фабрикою розроблено та освоєно виробництво цукерок, що призначені для лікувально-профілактичного харчового раціону, рецептурний склад яких включає пектиновмісну морквяну, смородинову та яблучну пасти, морквяний та яблучний порошки [16]. Перспективним напрямком є виготовлення збагачених праліне. Одеською національною академією харчових технологій запропоновані пралінові цукерки з використанням продуктів переробки амаранту [17]. В роботі [18] до складу кондитерської маси для праліне пропонується введення напівфабрикату з жита. Розроблено спосіб виробництва маси для цукристих кондитерських виробів на жировій основі з використанням дігідрокверцитину як антиоксиданту [19]. В перелічених роботах відзначається складність і багатогранність варіантів рішення питання збагачення цукристих кондитерських виробів незамінними складовими. Вибір добавок, які впливають на харчову та біологічну цінність продукції, визначається, як правило, на цільовій групі населення, для споживання яких призначається дана розробка.

**Мета дослідження** – обґрунтування і розробка білково-жирової пасти типу урбеч для цукристого кондитерського виробу підвищеної біологічної цінності, зниженої калорійності і подовженого строку придатності, що може використовуватися при організації раціонального харчування спортсменів, робітників важкої фізичної праці, військовослужбовців та інших верств населення.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити наступні задачі:

- обґрунтувати склад білково-жирової основи, яка має збалансований вміст незамінних амінокислот;
- обґрунтувати склад білково-жирової основи, яка збалансована за вмістом незамінних ПНЖК;
- дослідити окисну стабільність та органолептичні показники кондитерської маси з запропонованою білково-жировою основою.

**Матеріали та методи досліджень.** Для проведення досліджень використано такі матеріали:

- насіння соняшника згідно ДСТУ 7011:2009;

- насіння льону згідно з ДСТУ 4967:2008;
- насіння кунжуту згідно з ДСТУ 7012:2009;
- олія соняшнику згідно з ДСТУ 4492:2005;
- олія соєва згідно з ДСТУ 4534:2006;
- пальмова олія згідно з ДСТУ 4306:2004;
- шоколадний крем згідно з діючою нормативною документацією.

Органолептичні та фізико-хімічні показники, вміст жиру олійного насіння, білково-жирового продукту, цукерок визначено за стандартними методиками; амінокислотний склад - згідно рекомендаціям ISO 13903:2005; окиснювальну стабільність - за прискореним методом «активного кисню» за температури  $85 \pm 1$  °C при вільному доступі світла та повітря у реакторі барботажного типу з постійною швидкістю подачі повітря при перемішуванні; період індукції визначено графічно за кривими зміни пероксидного числа.

Для планування експерименту і обробки даних застосовано математичні методи з використанням програмних пакетів Microsoft Excel і Statistica. Для розрахунку співвідношення компонентів в білково-жировій основі використано симплекс-гратчастий план Шефе, що обумовлено особливостями об'єктів дослідження. Симплекс-гратчасті плани Шефе забезпечують рівномірне розташування експериментальних точок за  $(q-1)$ -мірним симплексом. Експериментальні точки становлять  $\{q,n\}$ – грати на симплексі, де  $q$  – кількість компонентів купажованої олії,  $n$  – ступінь поліному, за допомогою якого описано залежність функції відгуку від факторів (концентрацій компонентів).

**Результати досліджень.** Компоненти білково-жирової пасти типу урбеч повинні виконувати певні функції. Наприклад, низка незамінних амінокислот у певному співвідношенні потрібна для підвищення біологічної цінності продукту; природні антиоксиданти підвищують стабільності до окиснення.

Перспективними складовими при виготовленні білково-жирової пасти типу урбеч для раціонального харчування і проблеми дефіциту незамінних амінокислот, ПНЖК, антиоксидантів, мікроелементів є сировина рослинного походження – олійне насіння та олії з нього. На основі проведеного аналізу науково-технічної інформації обрано наступне олійне насіння – соняшнику, льону та кунжуту. Цей вибір можна пояснити тим, що це насіння є повноцінним джерелом рослинних білків, яких ще не торкнулася генна інженерія. Олійне насіння для людини є первинним харчовим джерелом низки біологічно активних сполук і мікроелементів, що беруть активну участь у всіх життєво важливих біохімічних процесах. Крім того, ці види олійного насіння за кількістю в них цільового продукту та відсутності шкідливих домішок і домішок, що неприємно пахнуть, перевершують інші аналогічні джерела рослинного білку. Амінокислотний склад білків лляного насіння майже аналогічний складу соєвих білків, які вважають найбільш поживними. Протеїнами в лляному насінні є альбуміни і глобуліни. Вони відрізняються один від одного розчинністю. Переважає глобуліни високої

молекулярної маси (58–66 %). Частка альбумінів у загальному обсязі білкової складової – 20–42 %. Харчова цінність білка з насіння льону за бальною оцінкою (казеїн прийнятий за 100) оцінюється в 92 одиниці [20]. В свою чергу, основні білкові фракції насіння соняшнику та кунжуту представлені водорозчинним альбуміном і солерозчинним глобуліном [21]. Кунжутне насіння містить у своєму складі речовину фенольної природи сезамол, який здатен уповільнювати процес окиснення (у тому числі і термічний). Сезамол (3,4-метилендіоксифенол), обумовлюючи високу стійкість олії при зберіганні, можна використовувати як антиоксидант. Крім того, у складі кунжутної олії присутні токофероли, основним ізомером яких (97%) є стабільний до високих температур  $\gamma$ -токоферол. Сезамол посилює антиокислювальну дію токоферолів в оліях [22]. Незамінні амінокислоти ВСАА (branched-chain amino acid – амінокислоти з розгалуженими боковими ланцюжками) – лейцин, ізолейцин, валін – основний матеріал для побудови м'язової тканини. Ці незамінні амінокислоти складають 35 % всіх амінокислот в м'язах і приймають важливу участь у процесах анаболізму та відновлення, чинять антикатаболічну дію [23]. Це вкрай важливо при організації раціонального харчування спортсменів у період фізичних навантажень, робітників важкої фізичної праці в мінливих кліматичних умовах (наприклад, шахтарів, рибаків, геологів), військовослужбовців та інших верств населення. Амінокислота триптофан конкурує з розгалуженими амінокислотами в плазмі крові, що визначає швидкість проникнення триптофану в мозок, що знижує моторну активність і працездатність, тобто виникнення втоми.

Серед безлічі жирних кислот, що складають основу триацилгліцеринів олій, тільки дві не можуть синтезуватися в організмі людини і, таким чином, є незамінними – це лінолева (9, 12-октадекадієнова, група  $\omega$ -6) і  $\alpha$ -ліноленова (9,12,15-октадекатриєнова, група  $\omega$ -3). Роль цих кислот полягає в тому, що вони беруть участь у побудові клітинних мембран, у синтезі гормонів, у регулюванні обміну речовин у клітинах, сприяють виведенню з організму надлишкової кількості холестерину, підвищують еластичність стінок клітин кровоносних судин, знижують ризик захворюваності ішемічною хворобою серця [14]. Але так сталося історично, що населення нашої країни в основному споживає продукти, що містять жирні кислоти групи  $\omega$ -6 – соняшникову, кукурудзяну олії і практично виключили зі свого раціону олії, що багаті на жирні кислоти групи  $\omega$ -3 – лляну, соєву, рапсову, рижикову. Таким чином, всім верствам населення, а насамперед, молодим людям та спортсменам для поповнення нестачі в організмі ПНЖК, необхідно змістити споживання в бік олій, що містять  $\omega$ -3 жирні кислоти.

Таким чином, збагачена білково-жирова основа для цукрових виробів, повинна містити незамінні амінокислоти у співвідношенні лейцин : ізолейцин : валін, яка дорівнює 2:1:1, а ПНЖК у співвідношенні  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 – (9,1:1) ÷ (10,5:1).

Розрахунок вмісту компонентів білково-жирової основи цукрових виробів виконано в три етапи. На першому етапі розраховано об'ємну частку

олійного насіння, яка відповідає співвідношенню 2:1:1 за незамінними амінокислотами лейцин : ізолейцин : валін. Вміст зазначених амінокислот для обраного олійного насіння наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вміст амінокислот та білку в насінні олійних культур

Амінокислоти	Вміст в олійному насінні, мг/100 г		
	соняшниковому	кунжутному	лляному
лейцин (Leu)	1343	1338	2750
ізолейцин (Ile)	694	783	1643
валін (Val)	1071	886	1737
триптофан (Trp)	337	297	654
Вміст білку, %	20,7	19,4	21

За розрахунком оптимального амінокислотного складу суміші олійного насіння за вмістом лейцину, мінімальним вмістом триптофану і співвідношенням амінокислот лейцин : ізолейцин : валін, яке дорівнює 2:1:1, отримано наступну систему рівнянь:

$$C_{Leu}(c_c, c_k, c_l) = 1338 \cdot c_c + 1326 \cdot c_k + 1494 \cdot c_l, \quad (1)$$

$$C_{Trp}(c_c, c_k, c_l) = 337 \cdot c_c + 291 \cdot c_k + 338 \cdot c_l, \quad (2)$$

$$R_{Leu/Ile}(c_c, c_k, c_l) = (1338 c_c + 1326 c_k + 1494 c_l) / (692 c_c + 791 c_k + 907 c_l), \quad (3)$$

$$R_{Leu/Val}(c_c, c_k, c_l) = (1338 \cdot c_c + 1326 \cdot c_k + 1494 \cdot c_l) / (1078 \cdot c_c + 880 \cdot c_k + 1070 \cdot c_l), \quad (4)$$

де  $C_{Leu}(c_c, c_k, c_l)$  – вміст лейцину в пасті, мг/100г;

$C_{Trp}(c_c, c_k, c_l)$  – вміст триптофану в пасті;

$R_{Leu/Ile}(c_c, c_k, c_l)$  – співвідношення амінокислот лейцину та ізолейцину у пасті, од.;

$R_{Leu/Val}(c_c, c_k, c_l)$  – співвідношення амінокислот лейцину та валіну в пасті, од.;

$c_c$  – вміст насіння соняшника в пасті, мас. частка;

$c_k$  – вміст насіння кунжуту в пасті, мас. частка;

$c_l$  – вміст насіння льону в пасті, мас. частка.

За результатами обробки системи рівнянь (1–4) визначено діапазон співвідношень обраного олійного насіння в пасті: соняшникове -  $20 \pm 5$  % об., лляне -  $50 \pm 5$  % об. та кунжутне -  $30 \pm 5$  % об. подрібненого олійного насіння від маси суміші насіння.

На другому етапі в обраній суміші олійного насіння розраховано вміст ПНЖК. Вміст незамінних жирних кислот обраного олійного насіння, що входить до складу суміші, наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Вміст ПНЖК та жиру в насінні олійних культур

Поліненасичені жирні кислоти, %	Олійне насіння		
	соняшникове	кунжутне	ляне
ліноленова (ω-3)	31,8	19,6	21,3
лінолева (ω-6)	0	1,5	8,61
Вміст жиру, %	52,9	48,7	41

За розрахунком вмісту ПНЖК в суміші насіння з максимальним вмістом лейцину, мінімальним вмістом триптофану і співвідношенням амінокислот лейцин : ізолейцин : валін, яке дорівнює 2:1:1, отримано наступну регресійну модель:

$$Y_5(x_1, x_2, x_3) = 30,659 \cdot x_1 + 10,268 \cdot x_2 + 3,132 \cdot x_3 - 73,167 \cdot x_1 \cdot x_2 - 75,029 \cdot x_1 \cdot x_3 - 33,047 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (5)$$

де  $x_1$  – вміст соняшnikового насіння в суміші, % об.;  
 $x_2$  – вміст кунжутного насіння в суміші, % об.;  
 $x_3$  – вміст лляного насіння в суміші, % об.;  
 $Y_5$  – співвідношення ω-6 : ω-3.

За результатами обробки системи рівнянь (1–5) визначено оптимальний амінокислотний та жирнокислотний склад одержаної суміші насіння в білково-жировій основі, який представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – Амінокислотний та жирнокислотний склад одержаної пасти для цукрових виробів

Найменування складової	Вміст складової
Вміст амінокислот, мг/100 г	
лейцин	2045
ізолейцин	1195
валін	1348
триптофан	483
Вміст білку, %	20,46
Вміст ПНЖК, %	
лінолева (ω-6)	16,5
ліноленова (ω-3)	11,3
Вміст жиру, %	45,69

На третьому етапі визначено олію, яку має містити білково-жирова паста та її кількість. З цією метою обрано купажовану рафіновану дезодоровану олію, яка складається з соєвої та соняшnikової олій у співвідношенні 1 : 1. Соєва олія містить у своєму складі значну кількість ω-3 жирної кислоти – ліноленової, що дозволяє одержати збалансований за

ПНЖК продукт, а також антиоксидант  $\gamma$ -токоферол. Соняшникова олія вводиться до купажу не тільки з метою зниження собівартості продукту, але і як додаткове джерело  $\alpha$ -токоферолу, адже виявляє синергічну дію з  $\gamma$ -токоферолами щодо стабілізації від окиснення олій.

Залежність величини співвідношення ПНЖК  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 від співвідношення суміш насіння : купажована олія представлена на рис. 1.

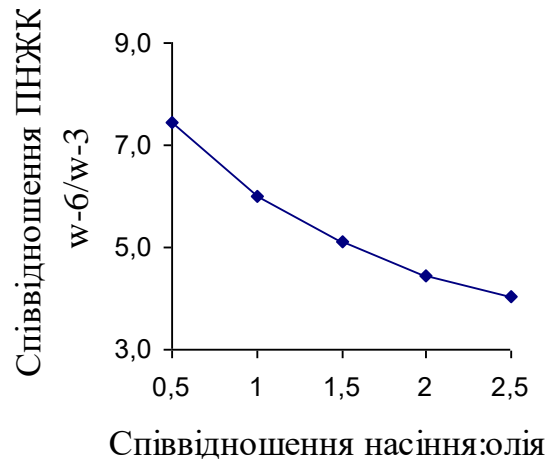


Рисунок 1 - Залежність величини співвідношення ПНЖК  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 від співвідношення паста з насіння : купажована олія.

З результатів розрахунків встановлено, що зі зниженням співвідношення насіння:олія співвідношення  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 підвищується. За рис. 1 обране співвідношення суміш насіння : купажована олія в білково-жировій основі складає 1,5 : 1, адже співвідношення  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 при цьому буде складати 5:1, що відповідає вимогам лікарів-дієтологів.

Отже на основі проведених досліджень запропонована білково-жирова основа, яка містить наступні компоненти: подрібнене насіння соняшнику -  $12 \pm 2$  % об., подрібнене насіння кунжуту -  $18 \pm 2$  % об., подрібнене насіння льону -  $30 \pm 2$  % об., соєвої олії -  $20 \pm 2$  % об., соняшникової олії -  $20 \pm 2$  % об. від маси суміші. Одержана основа може бути використана для збагачення біологічно активними речовинами і підвищення стабільності до окиснення в жировмісних кондитерських масах.

Як об'єкт збагачення білково-жировою пастою обрано кремову кондитерську масу для виробництва цукерок (типу «трюфель»), яка є тонкоподрібненою масою на основі цукру, жиру, з додаванням або без додавання злакових або інших культур, харчових добавок та інших видів сировини, з масовою часткою жиру не менш ніж 18 % згідно з нормативною документацією.

В лабораторних умовах одержано кондитерську масу, що містить шоколадний крем (частково фракціоновані олії і жири, знежирене какао, цукор, лецитин) - близько 82 % мас., пальмову олію з температурою плавлення  $25-40$  °C - близько 8 % мас. і білково-жирову основу - близько

10 % мас. Швидкість кристалізації жиру повинна дозволити начинці не застигати під час відсадки і нормально кристалізуватися після формування корпусу.

Досліджено окисну стабільність виробленої кондитерської маси у порівнянні з контрольним зразком. Як контрольний зразок використано кондитерську масу, у якій білково-жировий продукт замінений на суміш подрібненого соняшникового насіння з соняшnikовою олією. Співвідношення між жировими та білковими компонентами у зразках кондитерських мас збережено. Результати досліджень наведено на рис. 2.

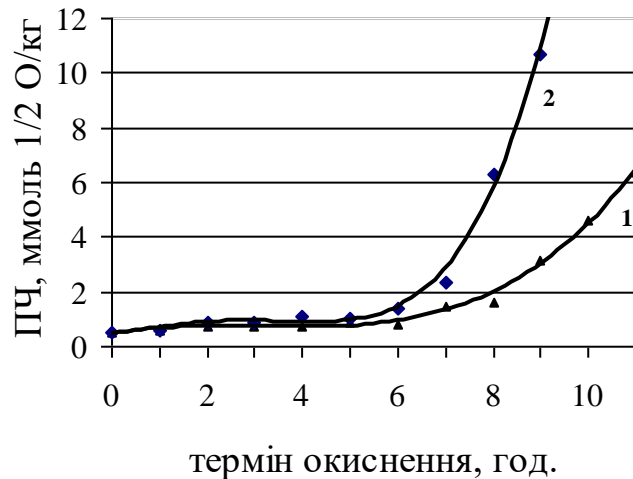


Рисунок 2 – Динаміка прискореного окиснення:  
1 – кондитерська маса, збагачена білково-жировим продуктом; 2 – контрольний зразок кондитерської маси.

За рис. 2 з'ясовано, що період індукції прискореного окиснення кондитерської маси, збагаченої білково-жировим продуктом, що становить  $9 \pm 0,2$  год., збільшується в 1,4 рази у порівнянні з контрольним зразком кондитерської маси, який дорівнює  $6,5 \pm 0,2$  год.

Зразки отриманої цукеркової маси, що виготовлені з додаванням білково-жирового продукту, за основними фізико-хімічними показниками не відрізняються від зразків, що одержано за промисловою рецептурою, але вміст жиру в них нижче на 3-4 %, і, відповідно, нижча енергетична цінність. Очікуваний термін зберігання завдяки присутності антиоксидантів, таких як сезамол та токоферолі, має бути 2-4 місяці.

Органолептичні показники - найбільш важливі показники, що характеризують привабливість розробленого виробу для споживачів. Отримані експериментальні дані показують, що розроблена цукеркова маса відрізняється високими органолептичними показниками, при цьому вона має ніжну консистенцію, що тане, і новий приємний горіховий смак без використання штучних ароматизаторів та смакових речовин, без яких сьогодні не обходиться виробництво більшості кондитерських виробів.

**Обговорення результатів.** Одержана білково-жирова основа має високий вміст незамінних амінокислот – лейцина, ізолейцина, валіна, та

мінімальний вміст амінокислоти триптофану, а також збалансована за складом незамінних ПНЖК  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 груп. Її використання в технології кондитерських виробів відкриває широкі можливості для розробки нової продукції спеціалізованого призначення збалансованого складу і збільшеного терміну придатності, адже на даний час відсутній такий вид вітчизняної продукції на ринку України. На перспективу було б доцільним проведення досліджень з безпосередньої розробки рецептур цукристих кондитерських виробів для спортсменів у період фізичних навантажень, робітників важкої фізичної праці в мінливих кліматичних умовах (наприклад, шахтарів, рибаків, геологів), військовослужбовців та інших верств населення.

Проведені дослідження дозволяють розширити асортимент олієвмісних харчових продуктів, збагачених незамінними нутрієнтами, доступних за ціною, які можуть застосовуватися у повсякденному харчуванні, в лікувально-профілактичному харчуванні і в раціональному харчуванні спортсменів, робітників важкої фізичної праці, військовослужбовців. Крім того, вживання подібної продукції дозволить вирішити серед всіх верств населення країни, а насамперед у дітей та молоді проблему дефіциту ряду незамінних амінокислот, незамінних ПНЖК, антиоксидантів, мікроелементів і, як наслідок, поліпшити профілактику захворювань, що викликані неповноцінним харчуванням, – порушень обміну білків та ліпідів, м'язової дистрофії, атеросклерозу, надлишкової ваги, передчасного старіння.

**Висновки.** В роботі обґрунтовано вибір та вміст компонентів білково-жирової пасти, яка збалансована за незамінними амінокислотами з розгалуженим ланцюгом (лейцину, ізолейцину, валіну) та триптофаном, а також за вмістом незамінних ПНЖК. Визначено діапазон співвідношень обраного олійного насіння в їх суміші: соняшникове -  $20 \pm 5$  % об., лляне -  $50 \pm 5$  % об. та кунжутне -  $30 \pm 5$  % об. подрібненого олійного насіння від маси суміші насіння. Визначено оптимальний амінокислотний та жирнокислотний склад одержаної суміші насіння в білково-жировій основі. Обрано олію, яку має містити білково-жирова паста – це купажована рафінована дезодорована олія, яка складається з соєвої та соняшnikової олій у співвідношенні 1 : 1. Обране співвідношення суміш насіння : купажована олія в білково-жировій основі складає 1,5 : 1, адже співвідношення  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 при цьому буде складати 5:1, що відповідає вимогам лікарів-дієтологів

Як об'єкт збагачення білково-жировою пастою обрано кремону кондитерську масу для виробництва цукерок. Період індукції прискореного окиснення кондитерської маси, збагаченої білково-жировим продуктом, що становить  $9 \pm 0,2$  год., збільшується в 1,4 рази у порівнянні з контрольним зразком кондитерської маси, який дорівнює  $6,5 \pm 0,2$  год. Розроблена цукеркова маса відрізняється високими органолептичними показниками, при цьому вона має ніжну консистенцію, що тане, і новий приємний горіховий смак без використання штучних ароматизаторів та смакових речовин. Застосування білково-жирової пасти запропонованого складу при



виробництві цукристого кондитерського виробу збільшує його біологічну цінність, знижує калорійність та підвищує окисну стабільність.

### Література

1. Sheah, R. Essential Fatty Acids [Text] / ed. by R. Sheah // Encyclopedia of Behavioral Medicine. – N.-Y.: Springer Science + Business Media, 2003. – P. 709–710. doi:[10.1007/springerreference\\_32181](https://doi.org/10.1007/springerreference_32181)
2. Maughan, R. J. Nutrition in Sport [Text] / ed. by R. J. Maughan. – N.-Y.: Blackwell Science, 2000. – 680 p. doi:[10.1002/9780470693766](https://doi.org/10.1002/9780470693766)
3. Burke, L. M. Nutritional Practices of Male and Female Endurance Cyclists [Text] / L. M. Burke // Sports Medicine. – 2001. – Vol. 31, № 7. – P. 521–532. doi:[10.2165/00007256-200131070-00007](https://doi.org/10.2165/00007256-200131070-00007)
4. Correia-Oliveira, C. R. Strategies of Dietary Carbohydrate Manipulation and Their Effects on Performance in Cycling Time Trials [Text] / C. R. Correia-Oliveira, R. Bertuzzi, M. A. P. Dal'Molin Kiss, A. E. Lima-Silva // Sports Medicine. – 2013. – Vol. 43, № 8. – P. 707–719. doi:[10.1007/s40279-013-0054-9](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0054-9)
5. Zollner, N. Fatty acid composition of the diet: impact on serum lipids and atherosclerosis [Text] / N. Zollner, F. Tato // The Clinical Investigator. – 1992. – Vol. 70, № 11. – P. 968–1009. doi:[10.1007/bf00180309](https://doi.org/10.1007/bf00180309)
6. Бастриков, И. А. Разработка технологии специализированного белково-углеводного продукта для питания спортсменов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / И. А. Бастриков. – Москва, 2009. – 130 с.
7. Мироедов, Р. Ю. Разработка технологии специализированного высокобелкового продукта для питания спортсменов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Р. Ю. Мироедов. – Москва, 2008. – 128 с.
8. Сорокина, И. М. Разработка технологии и оценка потребительских свойств специализированных продуктов для питания спортсменов с использованием пробиотиков метаболитного типа [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / И. М. Сорокина. – Москва, 2012. – 193 с.
9. Манукьян, Г. Г. Разработка специализированного продукта с использованием антиоксидантов природного происхождения для питания спортсменов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Г. Г. Манукьян. – Москва, 2012. – 193 с.
10. Колеман, Э. Питание для выносливости [Текст] / Э. Колеман. – Мурманск: Тулома, 2005. – 192 с.
11. Попов, А. А. Особенности обмена веществ при различных видах нагрузки [Текст] / А. А. Попов // Качай Мускулы. – 2004. – № 10. – С. 34–39.
12. Иоргачева, Е. Г. Модификация углеводного состава соевого сгущенного молока [Текст] / Е. Г. Иоргачева // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 12. – С. 46–48.
13. Конфета [Электронный ресурс]: Пат. 2183408, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> A23G3 / 00, A23L1 / 30 / Миропольский И. А.; заявитель и патентообладатель: Миропольский И. А. – № 2000125699/13; заявл.

13.10.2000; опубл. 20.06.2002. – Режим доступа: \www/URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2183408>

14. Конфеты [Электронный ресурс]: Пат. 2163449, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> A23G3 / 00, A23L1 / 30 / Миропольский И. А.; заявитель и патентообладатель Миропольский И. А. – № 2000117640/13; заявл. 06.07.2000; опубл. 27.02.2001. – Режим доступа: \www/URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2163449>

15. Сергунова, Е. В. Разработка пищевого продукта, обогащенного аскорбиновой кислотой [Текст] / Е. В. Сергунова, И. А. Самылина, А. А. Сорокина // Фармация. – 2001. – № 2. – С. 35-36.

16. Дудкин, М. С. Пищевые волокна и новые продукты питания [Текст] / М. С. Дудкин, Л. Ф. Шелкунов // Вопросы питания. – 1998. - № 2. – С. 35–41.

17. Яницький, В. В. Рослинні добавки в кондитерських виробках [Текст] / В. В. Яницький, В. А. Оболніна // Харчова та переробна промисловість. – 1999. - № 9. – С. 14.

18. Спосіб виробництва пралінових цукерок [Електронний ресурс]: Пат. 17928, Україна, МПК A23G3/48, A23G3/34 / Калугина І. М., Юргачова К. Г., Карнаушенко Л. І.; заявник та патентовласник: Одеська державна академія харчових технологій. – заявл. 03.06.1997; опубл. 31.10.1997. – Режим доступу: \www/URL: <http://uapatents.com/5-17928-sposib-virobnictva-pralinovikh-cukerok.html>

19. Кондитерская масса для приготовления конфет и начинок [Электронный ресурс]: Пат. 2152728, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> A23G3 / 00, A23L1 / 18 / Магомедов Г. О., Мальцев Г. П., Лобосов В. Г., Старчевая Л. Е., Колимбет Н. Т., Брехов А. Ф., Сухарева О. Д., Небренчина И. В.; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество «Воронежская кондитерская фабрика». – № 99119124/13; заявл. 03.09.1999; опубл. 20.07.2000. – Режим доступа: [www/URL: http://www.freepatent.ru/patents/2152728](http://www.freepatent.ru/patents/2152728)

20. Способ производства массы для сахаристых кондитерских изделий на жировой основе [Электронный ресурс]: Пат. 2097977, Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> A23G3/00, A23G1/00 / Болдина Г. Н., Кондакова И. А., Смирнова Н. И., Тюкавкина Н. А., Колесник Ю. А., Руленко И. А.; заявитель и патентообладатель: Акционерное общество «Московская кондитерская фабрика «Красный Октябрь». – № 96121903/13; заявл. 19.11.1996; опубл. 10.12.1997. – Режим доступа: \www/URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2097977>

21. Joshi, R. Free Radical Reactions and Antioxidant Activities of Sesamol: Pulse Radiolytic and Biochemical Studies [Text] / R. Joshi, M. S. Kumar, K. Satyamoorthy, M. K. Unnikrisnan, T. Mukherjee // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53, № 7. – P. 2696–2703. doi:10.1021/jf0489769

22. Davis, J. Effects of Branched-Chain Amino Acids and Carbohydrate on Fatigue During Intermittent, High-Intensity Running [Text] / J. Davis, R. Welsh,

K. Volve, N. Alderson // *International Journal of Sports Medicine*. – 1999. – Vol. 20, № 5. – P. 309–314. doi:[10.1055/s-2007-971136](https://doi.org/10.1055/s-2007-971136)

23. Chavarro, J. M. Dietary fatty acid intakes and the risk of ovulatory infertility [Text] / J. M. Chavarro, J. W. Rich-Edwards, B. A. Rosner, W. S. Willet // *American Journal of Clinical Nutrition*. – 2007. – Vol. 85, № 1. – P. 231–237.

#### Bibliography (transliterated)

1. In: Sheah, R. (2003). Essential Fatty Acids. *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. N.-Y.: Springer Science + Business Media, 709–710. doi:[10.1007/springerreference\\_32181](https://doi.org/10.1007/springerreference_32181)

2. In: Maughan, R. J. (2000). *Nutrition in Sport*. N.-Y.: Blackwell Science, 680. doi:[10.1002/9780470693766](https://doi.org/10.1002/9780470693766)

3. Burke, L. M. (2001). Nutritional Practices of Male and Female Endurance Cyclists. *Sports Medicine*, Vol. 31, № 7, 521–532. doi:[10.2165/00007256-200131070-00007](https://doi.org/10.2165/00007256-200131070-00007)

4. Correia-Oliveira, C. R., Bertuzzi, R., Dal'Molin Kiss, M. A. P., Lima-Silva, A. E. (2013, May 9). Strategies of Dietary Carbohydrate Manipulation and Their Effects on Performance in Cycling Time Trials. *Sports Medicine*, Vol. 43, № 8, 707–719. doi:[10.1007/s40279-013-0054-9](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0054-9)

5. Zollner, N., Tato, F. (1992, November). Fatty acid composition of the diet: impact on serum lipids and atherosclerosis. *The Clinical Investigator*, Vol. 70, № 11, 968–1009. doi:[10.1007/bf00180309](https://doi.org/10.1007/bf00180309)

6. Bastrikov, I. A. (2009). *Razrabotka tehnologii spetsializirovannogo belkovo-uglevodnogo produkta dlia pitaniia sportsmenov*. Moscow, 130.

7. Miroedov, R. Yu. (2008). *Razrabotka tehnologii spetsializirovannogo vysokobelkovogo produkta dlia pitaniia sportsmenov*. Moscow, 128.

8. Sorokina, I. M. (2012). *Razrabotka tehnologii i otsenka potrebitel'skikh svoistv spetsializirovannykh produktov dlia pitaniia sportsmenov s ispol'zovaniem probiotikov metabolitnogo tipa*. Moscow, 193.

9. Manukian, G. G. (2012). *Razrabotka spetsializirovannogo produkta s ispol'zovaniem antioksidantov prirodnoho proishozhdeniia dlia pitaniia sportsmenov*. Moscow, 193.

10. Koleman, E. (2005). *Pitanie dlia vynoslivosti*. Murmansk: Tuloma, 192.

11. Popov, A. A. (2004). Osobennosti obmena veshchestv pri razlichnykh vidah nagruzki. *Kachai Muskuly*, 10, 34–39.

12. Iorgacheva, E. G. (2001). Modifikatsiia uglevodnogo sostava soevogo sgushchennogo moloka. *Hranenie i pererabotka zerna*, 12, 46–48.

13. Miropolsky, I. A.; assignee: Miropolsky, I. A. (20.06.2002). Konfeta. *Patent of Russian Federation № 2183408, MIIK<sup>7</sup> A23G3 / 00, A23L1 / 30*. Appl. № 2000125699/13. Filed 13.10.2000. Available: <http://www.freepatent.ru/patents/2183408>

14. Miropolsky, I. A.; assignee: Miropolsky, I. A. (27.02.2001). Konfety. *Patent of Russian Federation № 2163449, MIIK<sup>7</sup> A23G3 / 00, A23L1 / 30*. Appl.

№ 2000117640/13. Filed 06.07.2000. Available:  
<http://www.freepatent.ru/patents/2163449>

15. Sergunova, E. V., Samylina, I. A., Sorokina, A. A. (2001). Razrabotka pishchevogo produkta, obogashchennogo askorbinovoi kislotoi. *Farmatsiia*, 2, 35–36.

16. Dudkin, M. S., Shelkunov, L. F. (1998). Pishchevye volokna i novye produkty pitaniia. *Voprosy pitaniia*, 2, 35–41.

17. Yanytskyi, V. V., Obolnina, V. A. (1999). Roslynni dobavky v kondyterskykh vyrobakh. *Kharchova ta pererobna promyslovist*, 9, 14.

18. Karnausenko, L. I., Iorhachova, K. H., Kaluhyna, I. M.; assignee: Odessa State Academy of Food Technologies. (31.10.1997). Sposib vyrobnytstva pralinovykh tsukerok. *Patent of Ukraine № 17928, MIIK A23G3/48, A23G3/34*. Filed 06.03.1997. Available: <http://uapatents.com/5-17928-sposib-virobnictva-pralinovykh-cukerok.html>

19. Magomedov, G. O., Maltsev, G. P., Lobos, V. G., Starcevo, L. Y., Kolimbet, N. T., Brekhov, A. F., Sukharev, O. D., Nebrenchina, I. V.; assignee: Open Joint Stock Company «Voronezh confectionery factory». (20.07.2000). Konditerskaia massa dlia prigotovleniia konfet i nachinok. *Patent of Russian Federation № 2152728, MIIK<sup>7</sup> A23G3/00, A23L1/18*. Appl. № 99119124/13. Filed 09.03.1999. Available: <http://www.freepatent.ru/patents/2152728>

20. Boldina, G. N., Kondakova, I. A., Smirnova, N. I., Tyukavkina, N. A., Kolesnik, Y. A., Rulenko, I. A.; assignee: Shareholders of the Company «Moscow confectionery factory «Red October». (10.12.1997). Sposob proizvodstva massy dlia saharistykh konditerskikh izdelii na zhirovoy osnove. *Patent of Russian Federation № 2097977, MIIK<sup>6</sup> A23G3/00, A23G1/00*. Appl. № 96121903/13. Filed 19.11.1996. Available: <http://www.freepatent.ru/patents/2097977>

21. Joshi, R., Kumar, M. S., Satyamoorthy, K., Unnikrisnan, M. K., Mukherjee, T. (2005, April). Free Radical Reactions and Antioxidant Activities of Sesamol: Pulse Radiolytic and Biochemical Studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 53, № 7, 2696–2703. doi:10.1021/jf0489769

22. Davis, J., Welsh, R., Volve, K., Alderson, N. (1999, July). Effects of Branched-Chain Amino Acids and Carbohydrate on Fatigue During Intermittent, High-Intensity Running. *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 20, № 5, 309–314. doi:10.1055/s-2007-971136

23. Chavarro, J. E., Rich-Edwards, J. W., Rosner, B. A., Willet, W. C. (2007). Dietary fatty acid intakes and the risk of ovulatory infertility. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 85, № 1, 231–237.

## РЕФЕРАТИ

УДК 665.3

**ОЛІЄЖИРОВА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ:  
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**П.Ф. Петік**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.Ю. Папченко**, кандидат технічних наук, с.н.с., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т.В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, с.н.с., доц., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

*У роботі надано аналіз сучасного стану виробництва олій та продуктів їх переробки в Україні. Всього за десять місяців 2022/23 маркетингового року перероблено близько 11,5 млн тонн насіння соняшнику. Обсяг експорту соняшнику у червні скоротився до мінімуму з березня 2022 року, склавши 16 тис. тонн. За десять місяців 2022/23 маркетингового року до ЄС було експортовано 1,95 млн тонн соняшникової олії, що на 32 % більше показника в аналогічний період попереднього сезону, крім того з України відвантажено на зовнішні ринки майже 3,5 млн тонн соняшникового шроту, що на 21 % перевищує показник попереднього сезону. У червні переробка сої збільшилася на 19 % відносно показника травня місяця, а саме до 164 тис. тонн, в той час як експорт скоротився на 14 %, склавши 214 тис. тонн. Основним імпортером ріпаку в 2022/23 маркетинговому році залишився ЄС з часткою 90 % проти 67 % у 2021/22 маркетинговому році. УкрНДІОЖ НААН сприяє активній підтримці роботи олієжирової галузі України у сучасних умовах, проводяться наукові дослідження, які зосереджені на напрямках, що продиктовані нагальною потребою підприємств галузі.*

**Ключові слова:** насіння соняшнику, соя, ріпак, нерафінована олія, олієжирова галузь, експорт.

УДК 665.3

**ВЛАСТИВОСТІ ОЛІЙНИХ ЕКСТРАКТІВ ПРЯНИХ ТРАВ**

**М. А. Лабейко**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т.В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, с.н.с., доцент, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.С. Мазаєва**, кандидат технічних наук, науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З.П. Федякіна**, завідувачий відділом досліджень переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті надано інформацію щодо органолептичних, фізико-хімічних показників олійних екстрактів з пряно-ароматичною сировиною, зокрема насіння анісу, насіння коріандру, насіння кмину та розмарину. Визначено мінімальний термін придатності олійного екстракту розмарину, який становить 18 місяців. Встановлено, що олійний екстракт розмарину не дає антимікробний ефект.*

**Ключові слова:** соняшnikова олія, екстракти пряних трав, окиснення.

УДК 665.112.1

### ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОЛІЙНОГО ЕКСТРАКТУ БЕТА-КАРОТИНУ

**А. П. Белінська**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**О. С. Масалітін**, магістр, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**В. І. Варанкін**, магістр, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

**Л. В. Кричковська**, доктор біологічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*У роботі розглянуто проблему нестабільності олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, ізольованого з *Blakeslea trispora*, в умовах впливу факторів, що спричиняють їх окислювальне руйнування. Були вибрані основні чинники, які визначають стійкість олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину до окислення. Визначено кількісну залежність періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, а отже, їх строків зберігання, від взаємодії фізико-хімічних показників (пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу). Ці показники визначають стійкість олійних розчинів  $\beta$ -каротину до окиснення і були включені у регресійну модель для більш точного визначення їх впливу на зазначені параметри.*

**Ключові слова:** олійний екстракт  $\beta$ -каротину, температура зберігання, технологічні властивості, пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу.

УДК 665.3

### РОЗРОБКА БОРОШНЯНИХ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШРОТІВ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

**Т. В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, доцент, учений секретар, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.Ю. Папченко**, канд. техн. наук, с.н.с., заступник директора з наукової роботи, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*Із використанням математичних методів моделювання на основі борошна пшеничного й олієвмісної сировини – композиції шротів олійних культур з удосконаленим амінокислотним складом – розроблені комбіновані системи. Встановлено і порівняно з борошном пшеничним вищого татунку їх органолептичні та фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, вміст сирової клейковини). Розроблені борошняні комбіновані системи (БКС) мають вологість менше 15%, отже, відповідають вимогам ГСТУ 46.004-99. Визначений показник кислотності борошна, за яким у подальшому визначають його термін придатності, доводить, що додавання до борошна пшеничного композиції шротів призводить до збільшення цього показника. Найвищий показник кислотності (4,99 град) зафіксовано для борошняної комбінованої системи на основі композиції шротів насіння соняшнику та сої. Уміст сирової клейковини через неможливість її відмивання у БКС зі шротом льону не встановлено. Установлено, що борошняні комбіновані системи за таким показником як вологість перебувають у межах затверджених норм для борошна пшеничного. Згідно з вимогами до якості борошна за кислотністю, борошняні комбіновані системи на основі композицій шротів віднести до вищого або першого татунків неможливо. Зважаючи на високу біологічну цінність і позитивні органолептичні та фізико-хімічні показники борошняних комбінованих систем, у подальшому їх можна використовувати у рецептурах хліба оздоровчого призначення.*

**Ключові слова:** шрот, вологість, кислотність, клейковина, амінокислотний склад, насіння олійних культур, здорове харчування.

УДК 665.1

### **ОТРИМАННЯ ПЕРЕЕТЕРИФІКОВАНОГО ЖИРУ ІЗ СУМІШІ РОСЛИННИХ ЖИРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТАЛІЗАТОРУ ГЛІЦЕРАТУ КАЛІЮ**

**Н.С. Старосельська**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З.П. Федякіна**, завідувачий відділом досліджень технології переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.С. Мазаєва**, кандидат технічних наук, науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті наведено результати досліджень щодо отримання переетерифікованого жиру шляхом хімічного переетерифікування суміші рослинних жирів: пальмової олії та соняшникової олії у співвідношенні (70:30)%. В якості каталізатору процесу переетерифікування застосовано гліцерат калію. Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники отриманого переетерифікованого жиру.*

**Ключові слова:** хімічне переетерифікування, гліцерат калію, олія соняшникова, олія пальмова, переетерифікований жир

УДК 665

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ ОЛІЙ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ВИСОКООЛЕЇНОВИХ ГІБРИДІВ**

**В.Ю. Папченко**, кандидат технічних наук, с.н.с., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т.В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, с.н.с., доц., Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

*В статті надано інформацію щодо характеристики високоолеїнової соняшникової олії. Змодельовано зразки олії насіння соняшнику високоолеїнових гібридів з різним вмістом олеїнової кислоти, визначено їх жирнокислотний склад. Визначено показник заломлення олії, при значенні показника кислотного числа олії насіння соняшнику 5,0-10,0 мг КОН/г. Виявлено лінійну залежність між показником заломлення і вмістом олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшникової олії. Залежність між цими двома показниками покладено в основу теоретичного визначення вмісту олеїнової кислоти в зразках олії.*

**Ключові слова:** насіння соняшнику, олія, високоолеїнова соняшникова олія, олеїнова кислота, показник заломлення

УДК 665.3

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСУ НА ВЛАСТИВОСТІ КРЕМ-ПАСТ**

**Т. В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, доцент, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З. П. Федякіна**, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті досліджено вплив часу та температури зберігання на колоїдну стабільність та стійкість до окиснення крем-паст в закритій тарі за температур 4 °С та 25 °С. Встановлено, що за температури 4 °С впродовж 30 днів колоїдна стабільність крем-паст не зазнала змін. За температури 25 °С крем-пасти з використанням смаженого соняшникового насіння проявляють меншу колоїдну стабільність (але не*

мени ніж 98%). Визначені терміни зберігання крем-паст з використанням несмаженого насіння і умістом води 35%: за температури 25 °С – не більше ніж 27 днів; за 4 °С та вологості повітря 75% – 6 місяців.

**Ключові слова:** білкові продукти, крем-паста, колоїдна стабільність, окиснення, термін зберігання.

УДК 664.3

### ДОСЛІДЖЕННЯ ІНАКТИВАЦІЇ АНТИАЛІМЕНТАРНИХ ФАКТОРІВ КУНЖУТУ ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**І.П. Петік**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

*Досліджено вплив початкової вологості і часу обробки надвисокочастотним випромінюванням на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів насіння кунжуту. Відбувається збільшення вмісту амінного азоту з 0,25 % до 4,25 % і вище після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту при збільшенні його вологості з 9 % до 12 %. Вміст амінного азоту після ферментативного гідролізу білка насіння кунжуту зі збільшенням часу попередньої обробки надвисокочастотним випромінюванням з 240 – 250 с. до 350 с. і зі збільшенням початкової вологості основи з 13 % до 16 % зменшується. Встановлено раціональні умови попередньої обробки насіння кунжуту для інактивації антиаліментарних факторів: зволоження до 10 – 13 %, час обробки НДЧ-випромінюванням 220 – 240 с. Досліджено особливості використання подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом в технології шоколадних паст підвищеної харчової цінності для спортивного харчування. Проведено органолептичну оцінку дослідних зразків з різним вмістом кунжутного насіння, в ході якої продукцію оцінювали за зовнішнім виглядом, однорідністю, пластичністю, кольором, смаком і ароматом. Визначено вплив вмісту подрібненого насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом на споживчі властивості шоколадних паст. Подрібнене насіння кунжуту в складі шоколадної пасти впливає на смак, аромат і пластичність, які у дослідних зразків вище, ніж у контрольного, що не містить насіння кунжуту. Зокрема, в дослідних зразках шоколадних паст проявляється характерний пікантний горіховий аромат і смак; довше зберігається відчуття «наповненості» у роті («mouth-feeling»). Обрано ефективну концентрацію насіння кунжуту в шоколадній пасті на рівні 15 %. Одержані наукові результати дозволяють використовувати подрібнене насіння кунжуту з інактивованим антиаліментарним комплексом як сировину для продуктів спортивного харчування.*

**Ключові слова:** насіння кунжуту, інгібітори протеолітичних ферментів, надвисокочастотне випромінювання, зволоження, шоколадна паста, спортивне харчування.

УДК 543.061; 665.3

### ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ АНАЛІТИЧНОЇ КОНТРОЛЮ У ДОСЛІДЖЕННІ ОКИСНИХ ПРОЦЕСІВ В ХАРЧОВИХ, ТЕХНОЛОГІЯХ

**А.П. Бєлінська**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

**І.П. Петік**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**С. І. Самойленко**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

*Досліджено окисні процеси, що перетікають у біофармацевтичному продукті – олійному розчині  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими*



жирними кислотами і природними антиоксидантами за допомогою титрування методом замісника для контролювання технологічних властивостей сировини та готової продукції. Аналітичний метод визначення вмісту пероксидів і гідропероксидів в сировинних компонентах і в розробленому біофармацевтичному продукті заснований на реакції взаємодії продуктів окиснення ліпідних компонентів (пероксидів і гідропероксидів) з йодистим калієм в розчині оцтової кислоти і хлороформу і подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином натрію тіосульфату титриметричним методом.

Досліджено вміст первинних продуктів окиснення (пероксидів, гідропероксидів) в сировині для біофармацевтичного продукту: олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*; рослинних олій різного жирнокислотного складу і з різним вмістом природних антиоксидантів. Одержані дані пероксидних чисел сировини задовольняють вимогам відповідної нормативної документації. Виготовлено олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами, наступного складу: олія соєва рафінована ( $70 \pm 3,5$  %); олія кунжутна рафінована ( $15 \pm 0,75$  %); олія соняшникова рафінована ( $15 \pm 0,75$  %); олійний розчин  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora* ( $0,01 \pm 5 \cdot 10^{-4}$  %).

Базуючись на проведених дослідженнях, визначено динаміку окиснення біофармацевтичного продукту – олійного розчину  $\beta$ -каротину з біомаси *Blakeslea trispora*, збагаченого поліненасиченими жирними кислотами і природними антиоксидантами. Доведено, що період індукції окиснення виробленого біофармацевтичного продукту за  $85 \pm 1$  °C у 4 рази перевищує період індукції контрольного зразку. Проведені дослідження свідчать про доцільність використання титрування методом замісника для контролю технологічних властивостей сировини та готової продукції в означених вище галузях промисловості.

**Ключові слова:** аналітична хімія, окисні процеси, титрування методом замісника, контроль технологічних процесів, вуглеводні, тригліцериди,  $\beta$ -каротин.

УДК 665.1

## ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА ОКИСНЮВАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

**Н.С. Старосельська**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**З.П. Федякіна**, завідувачий відділом досліджень технології переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**В.С. Мазаєва**, кандидат технічних наук, науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

В статті наведено результати досліджень окиснювальної стабільності індивідуальної соняшnikової олії у присутності харчових добавок: суміші токоферолів, бутилгідроксианізолу, бутилгідрокситолуолу. Визначення окиснювальної стабільності олії виконано методом диференційної скануючої калориметрії (ДСК) в ізотермічному режимі при температурі 110 °C. Встановлено раціональні концентрації харчових добавок.

**Ключові слова:** харчова добавка, олія соняшnikова, суміш токоферолів, бутилгідроксианізол, бутилгідрокситолуол.

УДК 664.682.9

**ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПАСТИ З ОЛІЙНОГО НАСІННЯ ТИПУ  
УРБЕЧ ЯК ІНГРЕДІЄНТА КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ**

**І. П. Петік**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**М. П. Титаренко**, магістр, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**Л. В. Кричківська**, доктор біологічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*В статті подано інформацію щодо розробки складу білково-жирової пасту типу урбеч, збагаченої незамінними амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами  $\omega$ -3 групи та антиоксидантами, у відповідності до фізіологічних потреб спортсменів, робітників важкої фізичної праці, військовослужбовців та інших верств населення. Досліджено можливість використання білково-жирової пасту у виробництві цукерок з метою підвищення їх біологічної цінності, зниження калорійності і подовження строків придатності.*

**Ключові слова:** олійне насіння, паста типу урбеч, незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, кондитерські маси

## РЕФЕРАТЫ

УДК 665.3

### МАСЛО-ЖИРОВАЯ ОТРАСЛЬ УКРАИНЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**П.Ф. Петик**, канд. техн. наук, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**В.Ю. Папченко**, канд. техн. наук, с.н.с., Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, ученый секретарь, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В работе представлен анализ современного состояния производства растительных масел и продуктов их переработки в Украине. Всего за десять месяцев 2022/23 маркетингового года переработано около 11,5 млн. тонн семян подсолнечника. Объем экспорта подсолнечника в июне сократился до минимума с марта 2022 года, составив 16 тыс. тонн. За десять месяцев 2022/23 маркетингового года в ЕС было экспортировано 1,95 млн тонн подсолнечного масла, что на 32% больше показателя в аналогичный период предыдущего сезона, кроме того, из Украины отгружено на внешние рынки почти 3,5 млн тонн подсолнечного шрота, что на 21% превышает показатель предыдущего сезона. В июне переработка сои увеличилась на 19% по отношению к показателю мая месяца, а именно до 164 тыс. тонн, в то время как экспорт сократился на 14%, составив 214 тыс. тонн. Основным импортером рапса в 2022/23 маркетинговом году остался ЕС с долей 90% против 67% в 2021/22 маркетинговом году. УкрНИИМЖ НААН способствует активной поддержке работы масложировой отрасли Украины в современных условиях, проводятся научные исследования, которые сосредоточены на направлениях, продиктованных неотложной потребностью предприятий отрасли.*

**Ключевые слова:** семена подсолнечника, соя, рапс, нерафинированное масло, масложировая отрасль, экспорт.

УДК 665.3

### СВОЙСТВА МАСЛИЧНЫХ ЭКСТРАКТОВ ПРЯНЫХ ТРАВ

**М.А. Лабейко**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, ученый секретарь, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**В.С. Мазаева**, кандидат технических наук, научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**З.П. Федякина**, заведующий отделом исследований технологии переработки масел и жиров, Украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В статье представлена информация об органолептических, физико-химических показателях масляных экстрактов с пряно-ароматическим сырьем, в частности, семенами аниса, семенами кориандра, семенами тмина и розмарина. Определен минимальный срок годности масляного экстракта розмарина, который составляет 18 месяцев. Установлено, что масляный экстракт розмарина не проявляет антимикробного эффекта.*

**Ключевые слова:** подсолнечное масло, экстракты пряных трав, окисление.

УДК 665.112.1

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СОХРАНЕНИЯ МАСЛИЧНОГО ЭКСТРАКТА БЕТА-КАРОТИНА

**А. П. Белинская**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**О. С. Масалитин**, магистр, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт";

**В. И. Варанкин**, магистр, Национальный технический университет Харьковский политехнический институт.

**Л. В. Кричковская**, доктор биологических наук, Национальный технический университет Харьковский политехнический институт.

*В работе рассмотрена проблема нестабильности масляных растворов микробиологического  $\beta$ -каротина, изолированного с *Blakeslea trispora*, в условиях влияния факторов, вызывающих их окислительное разрушение. Были выбраны основные факторы, определяющие устойчивость масляных растворов микробиологического  $\beta$ -каротина к окислению. Определена количественная зависимость периода индукции масляных растворов микробиологического  $\beta$ -каротина, а следовательно, их сроков хранения от взаимодействия физико-химических показателей (пероксидное число, содержание влаги, содержание токоферола). Эти показатели определяют устойчивость масляных растворов  $\beta$ -каротина к окислению и включены в регрессионную модель для более точного определения их влияния на указанные параметры.*

**Ключевые слова:** масляный экстракт  $\beta$ -каротина, температура хранения, технологические свойства, пероксидное число, содержание влаги, содержание токоферола.

УДК 665.3

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МУЧНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, ученый секретарь, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**В.Ю. Папченко**, канд. техн. наук, с.н.с., заместитель директора по научной работе, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*С использованием математических методов моделирования на основе муки пшеничной и маслосодержащего сырья – композиции шротов масличных культур с усовершенствованным аминокислотным составом – разработаны комбинированные системы. Установлены их органолептические и физико-химические показатели (влажность, кислотность, содержание сырой клейковины) и проведено сравнение с показателями пшеничной мукой высшего сорта. Разработанные мучные комбинированные системы (МКС) имеют влажность менее 15%, следовательно, удовлетворяют требованиям ГОСТУ 46.004-99. Наивысший показатель кислотности (4,99 град) зафиксирован для мучной комбинированной системы на основе композиции шротов семян подсолнечника и сои. Содержимое сырой клейковины из-за невозможности ее отмывания в МКС со шротом льна не установлено. Установлено, что мучные комбинированные системы по такому показателю как влажность находятся в пределах утвержденных норм для пшеничной муки. Согласно требованиям к качеству муки по кислотности, мучные комбинированные системы на основе композиций шротов отнести к высшему или первому сорту невозможно. Ввиду высокой биологической ценности и положительных органолептических и физико-химических показателей мучных*

комбинированных систем, в дальнейшем их можно использовать в рецептурах хлеба оздоровительного назначения.

**Ключевые слова:** шрот, влажность, кислотность, клейковина, аминокислотный состав, семена масличных культур, здоровое питание

УДК 665.1

### ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕЭТЕРИФИЦИРОВАННОГО ЖИРА ИЗ СМЕСИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЖИРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРА ГЛИЦЕРАТА КАЛИЯ

**Н.С. Старосельская**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**З.П. Федякина**, заведующий отделом исследований технологии переработки масел и жиров, Украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**В.С. Мазаева**, кандидат технических наук, научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В статье приведены результаты исследований получения переэтерифицированного жира путем химического переэтерифицирования смеси растительных жиров: пальмового и подсолнечного масел в соотношении (70:30)%. В качестве катализатора процесса переэтерифицирования применен глицерат калия. Исследованы органолептические и физико-химические показатели полученного переэтерифицированного жира.*

**Ключевые слова:** химическая переэтерифицирование, глицерат калия, масло подсолнечное, масло пальмовое, переэтерифицированный жир.

УДК 665

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ МАСЕЛ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ВЫСОКООЛЕИНОВЫХ ГИБРИДОВ

**В.Ю. Папченко**, канд. техн. наук, с.н.с., Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В статье представлена информация о характеристике высокоолеинового подсолнечного масла. Смоделированы образцы масла семян подсолнечника высокоолеиновых гибридов с разным содержанием олеиновой кислоты, определен их жирнокислотный состав. Определен показатель преломления масла, при значении показателя кислотного числа семян подсолнечника 5,0 10,0 мг КОН/г. Выявлена линейная зависимость между показателем преломления и содержанием олеиновой кислоты в исследуемых образцах подсолнечного масла. Зависимость между этими двумя показателями положена в основу теоретического определения содержания олеиновой кислоты в образцах масла.*

**Ключевые слова:** семена подсолнечника, масло, высокоолеиновое подсолнечное масло, олеиновая кислота, показатель преломления

УДК 665.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ НА СВОЙСТВА КРЕМ-ПАСТ**

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**З.П. Федякина**, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В статье исследовано влияние времени и температуры хранения на коллоидную стабильность и устойчивость к окислению крем-паст в закрытой таре при температуре 4 °С и 25 °С. Установлено, что при температуре 4 °С в течение 30 дней коллоидная стабильность крем-паст не претерпела изменений. При температуре 25 °С крем-пасты с использованием жареных семян подсолнечника проявляют меньшую коллоидную стабильность (но не менее 98%). Определены сроки хранения крем-паст с использованием нежареных семян и содержанием воды 35%: при температуре 25 °С – не более 27 дней; за 4 °С и влажности воздуха 75% – 6 месяцев.*

**Ключевые слова:** белковые продукты, крем-паста, коллоидная стабильность, окисление, срок хранения.

УДК 664.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНАКТИВАЦИИ АНТИАЛИМЕНТАРНЫХ ФАКТОРОВ КУНЖУТА ДЛЯ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**И.П. Петик**, кандидат технических наук, украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров национальной академии аграрных наук украины;

*Исследовано влияние начальной влажности и времени обработки сверхвысокочастотным излучением на степень инактивации ингибиторов протеолитических ферментов семян кунжута. Происходит увеличение содержания аминного азота с 0,25 до 4,25% и выше после ферментативного гидролиза белка семян кунжута при увеличении его влажности с 9 до 12%. Содержание аминного азота после ферментативного гидролиза белка семян кунжута с увеличением времени предварительной обработки сверхвысокочастотным излучением с 240 – 250 с. До 350 с. И с увеличением начальной влажности основания с 13% до 16% уменьшается. Установлены рациональные условия предварительной обработки семян кунжута для инактивации антиалиментарных факторов: увлажнение до 10-13%, время обработки нч-излучением 220-240 с. Исследованы особенности использования измельченных семян кунжута с инактивированным антиалиментарным комплексом в технологии шоколадных паст повышенной пищевой ценности для спортивного питания. Проведена органолептическая оценка опытных образцов с разным содержанием кунжутных семян, в ходе которой продукцию оценивали по внешнему виду, однородности, пластичности, цвету, вкусу и аромату. Определено влияние содержания измельченных семян кунжута с инактивированным антиалиментарным комплексом на потребительские свойства шоколадных паст. Измельченные семена кунжута в составе шоколадной пасты влияют на вкус, аромат и пластичность, которые у опытных образцов выше, чем у контрольного, не содержащего семян кунжута. В частности, в опытных образцах шоколадных паст проявляется характерный пикантный ореховый аромат и вкус; дольше сохраняется чувство «наполненности» во рту («mouth-feeling»). Выбрана эффективная концентрация семян кунжута в шоколадной пасте на уровне 15 %. Полученные научные результаты позволяют использовать измельченные семена кунжута с инактивированным антиалиментарным комплексом в качестве сырья для продуктов спортивного питания.*

**Ключевые слова:** семена кунжута, ингибиторы протеолитических ферментов, сверхвысокочастотное излучение, увлажнение, шоколадная паста, спортивное питание.

УДК 543.061; 665.3

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОЙ КОНТРОЛЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ОКИСЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПИЩЕВЫХ, ТЕХНОЛОГИЯХ**

**А.П. Белинская**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

**И.П. Петик**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**С. И. Самойленко**, кандидат технических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт";

*Исследованы окислительные процессы, перетекающие в биофармацевтическом продукте – масляном растворе  $\beta$ -каротина из биомассы *Blakeslea trispora*, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами и природными антиоксидантами с помощью титрования методом заместителя для контроля технологических свойств сырья. Аналитический метод определения содержания пероксидов и гидропероксидов в сырьевых компонентах и в разработанном биофармацевтическом продукте основан на реакции взаимодействия продуктов окисления липидных компонентов (пероксидов и гидропероксидов) с йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа и последующем количественном определении йода. методом.*

*Исследовано содержание первичных продуктов окисления (пероксидов, гидропероксидов) в сырье для биофармацевтического продукта: масляного раствора  $\beta$ -каротина из биомассы *Blakeslea trispora*; растительных масел разного жирнокислотного состава и с разным содержанием природных антиоксидантов. Полученные данные пероксидных чисел сырья удовлетворяют требованиям соответствующей нормативной документации. Изготовлен масляный раствор  $\beta$ -каротина из биомассы *Blakeslea trispora*, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами и природными антиоксидантами, следующего состава: масло соевое рафинированное ( $70 \pm 3,5$  %); масло кунжутное рафинированное ( $15 \pm 0,75$  %); масло подсолнечное рафинированное ( $15 \pm 0,75$  %); масляный раствор  $\beta$ -каротина из биомассы *Blakeslea trispora* ( $0,01 \pm 5 \cdot 10^{-4}$  %).*

*Основываясь на проведенных исследованиях, определена динамика окисления биофармацевтического продукта – масляного раствора  $\beta$ -каротина из биомассы *Blakeslea trispora*, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами и природными антиоксидантами. Доказано, что период индукции окисления производимого биофармацевтического продукта при  $85 \pm 1$  С в 4 раза превышает период индукции контрольного образца. Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности использования титрования методом заместителя для контроля технологических свойств сырья и готовой продукции в отраслях промышленности.*

**Ключевые слова:** аналитическая химия, окислительные процессы, титрование методом заместителя, контроль технологических процессов, углеводороды, триглицериды,  $\beta$ -каротин.

УДК 665.1

### **УСТАНОВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ОКИСНИТЕЛЬНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА**

**Н.С. Старосельская**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**З.П. Федякина**, заведующий отделом исследований технологии переработки масел и жиров, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**В.С. Мазаева**, кандидат технических наук, научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В статье приведены результаты исследований окислительной стабильности индивидуального подсолнечного масла в присутствии пищевых добавок: смеси токоферолов, бутилгидроксианизола, бутилгидрокситолуола. Определение окислительной стабильности масла выполнено методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в изотермическом режиме при температуре 110 °С. Установлены рациональные концентрации пищевых добавок.*

**Ключевые слова:** пищевая добавка, подсолнечное масло, смесь токоферолов, бутилгидроксианизол, бутилгидрокситолуол.

УДК 664.682.9

### **ОБОСНОВАНИЕ СКЛАДА ПАСТЫ ИЗ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН ТИПА УРБЕЧ КАК ИНГРЕДИЕНТА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**И. П. Петик**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

**М. П. Титаренко**, магистр, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт";

**Л. В. Кричковская**, доктор биологических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт".

*В статье представлена информация о разработке состава белково-жировой пасты типа урбеч, обогащенной незаменимыми аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами  $\omega$ -3 группы и антиоксидантами, в соответствии с физиологическими потребностями спортсменов, рабочих тяжелого физического труда, военнослужащих и других слоев населения. Исследована возможность использования белково-жировой пасты в производстве конфет с целью повышения биологической ценности, снижения калорийности и продления сроков годности.*

**Ключевые слова:** масличные семена, паста типа урбеч, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, кондитерские массы.



## ABSTRACTS

UDC 665.3

### OIL AND FAT INDUSTRY OF UKRAINE: CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

**P. Petik**, Ph.D., director, Ukrainian Research Institute of oils and fats National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine;

**V. Papchenko**, Ph.D., senior researcher, deputy director of scientific work, Ukrainian Research Institute of oils and fats National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine;

**T. Matveeva**, Ph.D., associate professor, Ukrainian Research Institute of oils and fats National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine

*The paper presents an analysis of the current state of production of vegetable oils and their processed products in Ukraine. In just ten months of the 2022/23 marketing year, about 11.5 million tons of sunflower seeds were processed. The volume of sunflower exports in June fell to its lowest level since March 2022, amounting to 16 thousand tons. In ten months of the 2022/23 marketing year, 1.95 million tons of sunflower oil were exported to the EU, which is 32% more than in the same period of the previous season, in addition, almost 3.5 million tons of sunflower meal were shipped from Ukraine to foreign markets, which is 21% higher than the previous season. In June, soybean processing increased by 19% compared to May, namely to 164 thousand tons, while exports decreased by 14%, amounting to 214 thousand tons. The EU remained the main importer of rapeseed in the 2022/23 marketing year with a share of 90% versus 67% in the 2021/22 marketing year. Institute promotes active support for the work of the oil and fat industry of Ukraine in modern conditions; scientific research is conducted that is focused on areas dictated by the urgent needs of industry enterprises.*

**Key words:** sunflower seeds, soy, rapeseed, crude oil, oil and fat industry, export

UDC 665.3

### PROPERTIES OF HERBAL OIL EXTRACTS

**M. Labeiko**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**T. Matveeva**, Ph.D., associate professor, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National academy of agricultural sciences of Ukraine;

**V. Mazaeva**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**Z. Fedyakina**, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

*The article provides information on the organoleptic, physicochemical parameters of oil extracts with spicy and aromatic raw materials, in particular, anise seeds, coriander seeds, caraway seeds and rosemary. The minimum shelf life of rosemary oil extract has been determined to be 18 months. It has been established that rosemary oil extract does not have an antimicrobial effect.*

**Key words:** sunflower oil, herb extracts, oxidation

UDC 665.112.1

### STUDY OF RATIONAL REGIMES OF PRESERVATION OF OIL EXTRACT OF BETA-CAROTINE

**A. P. Belinska**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**O. S. Masalitin**, Master, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";

**V. I. Varankin**, Master, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute;

**L. V. Krychkovska**, Doctor of Biological Sciences, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute.

*The work deals with the problem of instability of oil solutions of microbiological  $\beta$ -carotene isolated from *Blakeslea trispora* under the influence of factors that cause their oxidative destruction. The main factors that determine the resistance of oil solutions of microbiological  $\beta$ -carotene to oxidation were selected. The quantitative dependence of the induction period of oil solutions of microbiological  $\beta$ -carotene, and therefore their storage terms, on the interaction of physical and chemical parameters (peroxide number, moisture content, tocopherol content) was determined. These indicators determine the resistance of  $\beta$ -carotene oil solutions to oxidation and were included in the regression model to more accurately determine their influence on the specified parameters.*

**Key words:**  $\beta$ -carotene oil extract, storage temperature, technological properties, peroxide value, moisture content, tocopherol content.

UDC 665.3

### STUDY OF THE PROPERTIES OF FLOUR COMBINED SYSTEMS OF INCREASED BIOLOGICAL VALUE

**T. Matveeva**, Ph.D., associate professor, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National academy of agricultural sciences of Ukraine;

**V. Papchenko**, Ph.D., senior researcher, Ukrainian Research Institute of oils and fats National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine.

*Combined systems have been developed using mathematical modeling methods based on wheat flour and oil-containing raw materials - a composition of oilseed meal with an improved amino acid composition. Their organoleptic and physico-chemical parameters (humidity, acidity, raw gluten content) were established and compared with those of premium wheat flour. The developed flour combined systems (FCS) have a moisture content of less than 15%, therefore, they meet the requirements of GSTU 46.004-99. The highest acidity index (4.99 degrees) was recorded for the combined flour system based on the composition of sunflower and soybean meal. The content of raw gluten due to the impossibility of washing it in the FCS with flax meal has not been established. It has been established that flour combined systems in terms of such an indicator as moisture are within the approved standards for wheat flour. According to the requirements for the quality of flour in terms of acidity, combined flour systems based on meal compositions cannot be attributed to the highest or first grade. In view of the high biological value and positive organoleptic and physico-chemical parameters of combined flour systems, they can be further used in health-improving bread recipes.*

**Key words:** meal, humidity, acidity, gluten, amino acid composition, oilseeds, healthy nutrition

UDC 665.1

**RECEIVING THE TRANSESTERIFIED FAT FROM THE MIXTURE OF  
VEGETABLE FATS USING POTASSIUM GLYCERATE CATALYST**

**N. Staroselska**, PhD, senior researcher, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**Z. Fedyakina**, head of the oil and fat processing research department, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**V. Mazaeva**, PhD, researcher, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

*The article presents the results of research on obtaining transesterified fat by chemical transesterification of the mixture of vegetable fats: palm oil and sunflower oil in the ratio (70:30)%. Potassium glycerate was used as a catalyst for the transesterification process. The organoleptic and physicochemical parameters of the obtained transesterified fat were studied.*

**Key words:** *chemical transesterification, potassium glycerate, sunflower oil, palm oil, transesterified fat*

UDC 665

**RESEARCH OF OLEIC ACID CONTENT IN SUNFLOWER SEED OIL OF  
HIGH-OLEIC HYBRIDS**

**V. Papchenko**, Ph.D., senior researcher, deputy director of scientific work, Ukrainian Research Institute of oils and fats National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine;

**T. Matveeva**, Ph.D., associate professor, Ukrainian Research Institute of oils and fats National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine

*The article provides information on the characteristics of high-oleic sunflower oil. Sunflower seed oil samples of high-oleic hybrids with different oleic acid content were simulated, and their fatty acid composition was determined. The index of refraction of the oil was determined, with the value of the acid value of sunflower seed oil not exceeding 5,0-10,0 mg KOH/g. A linear relationship between the refractive index and the content of oleic acid in the investigated sunflower oil samples was revealed. The dependence between these two indicators is the basis of the theoretical determination of the content of oleic acid in oil samples.*

**Key words:** *sunflower seeds, oil, high-oleic sunflower oil, oleic acid, refractive index*

UDC 665.3

**STUDY OF THE INFLUENCE OF TIME ON THE PROPERTIES OF CREAM PASTES**

**T. Matveeva**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**Z. Fedyakina**, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

*The article examines the effect of storage time and temperature on the colloidal stability and resistance to oxidation of cream pastes in a closed container at temperatures of 4 °C and 25 °C. It was established that at a temperature of 4 °C, the colloidal stability of the cream paste did not change for 30 days. At a temperature of 25 °C, cream pastes using roasted sunflower seeds show lower colloidal stability (but not less than 98%). The storage terms of cream pastes with the use of unroasted seeds and a water content of 35% are determined: at a temperature of 25 °C - no more than 27 days; at 4 °C and 75% air humidity – 6 months.*

**Keywords:** *protein products, cream paste, colloidal stability, oxidation, shelf life.*

UDC 664.3

## **RESEARCH OF THE INACTIVATION OF ANTI-NUTRITIONAL FACTORS OF SESAME FOR THE CONFECTIONERY INDUSTRY**

**I. Petik**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

*The effect of initial humidity and the time of treatment with ultra-high-frequency radiation on the degree of inactivation of inhibitors of proteolytic enzymes of sesame seeds was investigated. There is an increase in the content of amino nitrogen from 0.25% to 4.25% and higher after enzymatic hydrolysis of sesame seed protein when its moisture content is increased from 9% to 12%. Amino nitrogen content after enzymatic hydrolysis of sesame seed protein with an increase in the time of pre-treatment with ultra-high frequency radiation from 240 to 250 s. up to 350 s. and decreases with an increase in the initial humidity of the base from 13% to 16%. Rational conditions for pre-treatment of sesame seeds for inactivation of anti-alimentary factors were established: moisture to 10-13%, treatment time with NHF radiation 220-240 s. The peculiarities of the use of crushed sesame seeds with an inactivated anti-alimentary complex in the technology of chocolate pastes of increased nutritional value for sports nutrition were studied. Organoleptic evaluation of test samples with different content of sesame seeds was carried out, during which the products were evaluated according to their appearance, uniformity, plasticity, color, taste and aroma. The effect of the content of crushed sesame seeds with an inactivated anti-alimentary complex on the consumer properties of chocolate pastes was determined. Crushed sesame seeds in the composition of chocolate paste affect the taste, aroma and plasticity, which are higher in experimental samples than in the control, which does not contain sesame seeds. In particular, in experimental samples of chocolate pastes, a characteristic piquant nut aroma and taste is manifested; the feeling of "fullness" in the mouth ("mouth-feeling") lasts longer. The effective concentration of sesame seeds in chocolate paste was chosen at the level of 15%. The obtained scientific results allow the use of crushed sesame seeds with an inactivated anti-alimentary complex as a raw material for sports nutrition products.*

**Key words:** *sesame seeds, inhibitors of proteolytic enzymes, high-frequency radiation, hydration, chocolate paste, sports nutrition.*

UDC 543.061; 665.3

## **APPLICATION OF ANALYTICAL CONTROL METHODS IN RESEARCH OF OXIDATIVE PROCESSES IN FOOD AND TECHNOLOGIES**

**A. Belinska**, Ph.D, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

**I. Petik**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**S. Samoylenko**, Ph.D, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";

*The technological parameters, namely temperature and duration of  $\beta$ -carotene extraction process from the biomass of filamentous fungus *Blakeslea trispora* with vegetable oils of various fatty acid compositions and with various contents of natural antioxidants (refined deodorized sunflower, viso-oleic sunflower, corn and sesame) have been investigated. Statistical models of dependences of  $\beta$ -carotene, as well as analytical numbers, characterizing the content of free fatty acids (acid number) and primary products of lipid oxidation (peroxide number) content, in oil extracts of the specified refined deodorized oils, from temperature and extraction duration have been built.*

*Rational parameters of  $\beta$ -carotene extraction from *Blakeslea trispora* biomass with selected extractants (refined deodorized sunflower, high oleic sunflower, corn and sesame oils) have been determined for the extracts technological properties control. It has been proven that the use of these refined deodorized oils as extractants practically does not affect the content of the target product in oil extracts of biomass, but it does affect the analytical numbers of extracts*

*characterizing the content of free fatty acids, peroxides and hydroperoxides. The highest content of free fatty acids in  $\beta$ -carotene containing biomass extraction with sunflower oil has been observed. The minimum content of free fatty acids in extracts with corn and sesame oils using has been achieved. The highest content of primary products of lipid oxidation (peroxides and hydroperoxides) during  $\beta$ -carotene containing biomass extraction by sunflower oil has been observed. The minimum content of free fatty acids in extracts with sesame oil using has been achieved.*

*It is possible to predict  $\beta$ -carotene content, as well as acid and peroxide numbers of oil extracts from biomass in specified refined deodorized oils, depending on temperature and extraction process duration using the obtained approximation dependences.*

**Key words:** *analytical chemistry, oxidation processes, hydroperoxides, substituent titration, process control, carbohydrates, triglycerides,  $\beta$ -carotene.*

UDC 665.1

### **DETERMINATION THE INFLUENCE OF THE FOOD ADDITIVES CONCENTRATION ON THE OXIDATIVE STABILITY OF SUNFLOWER OIL**

**N. Staroselska**, PhD, senior researcher, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**Z. Fedyakina**, head of the oil and fat processing research department, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**V. Mazaeva**, PhD, researcher, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

*The article presents the results of studies of the oxidative stability of individual sunflower oil in the presence of food additives: the mixture of tocopherols, butylhydroxyanisole, butylhydroxytoluene. Determination of the oxidative stability of the oil was carried out by the method of differential scanning calorimetry (DSC) in the isothermal mode at the temperature of 110 °C. Rational concentrations of food additives have been established.*

**Key words:** *food additive, sunflower oil, mixture of tocopherols, butylhydroxyanisole, butylhydroxytoluene.*

UDC 664.682.9

### **JUSTIFICATION OF THE COMPOSITION OF URBECH OIL SEED PASTE AS AN INGREDIENT OF CONFECTIONERY PRODUCTS**

**I. P. Petik**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**M. P. Tytarenko**, Master, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";

**L. V. Krychkovska**, Doctor of Biological Sciences, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

*The article provides information on the development of the composition of a protein-fat paste of the urbech type, enriched with essential amino acids, polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -3 group and antioxidants, in accordance with the physiological needs of athletes, workers in heavy physical labor, military personnel and other segments of the population. The possibility of using protein-fat paste in the production of candies with the aim of increasing their biological value, reducing caloric content and extending shelf life was studied.*

**Key words:** *oil seeds, urbech type paste, essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, confectionery masses.*

## НАУКОВЕ ВИДАННЯ

### ЗМІСТ

Олієжирова галузь України: сучасний стан та перспективи розвитку. <i>П.Ф. Петік, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва</i> .....	3
Властивості олійних екстрактів пряних трав. <i>М.А. Лабейко, Т.В. Матвєєва, В.С. Мазаєва, З.П. Федякіна</i> .....	12
Дослідження раціональних режимів збереження олійного екстракту бета-каротину. <i>А.П. Белінська, О. С. Масалітін, В. І. Варанкін, Л. В. Кричковська</i> .....	19
Дослідження властивостей борошняних комбінованих систем підвищеної біологічної цінності. <i>Т.В. Матвєєва, В.Ю. Папченко</i> .....	25
Отримання переетерифікованого жиру із суміші рослинних жирів з використанням каталізатору гліцерату калію. <i>Н.С. Старосельська, З.П. Федякіна, В.С. Мазаєва</i> .....	33
Дослідження вмісту олеїнової кислоти олій насіння соняшнику високоолеїнових гібридів. <i>В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва</i> .....	40
Дослідження впливу часу на властивості крем-паст. <i>Т.В. Матвєєва, З.П. Федякіна</i> .....	44
Дослідження інактивації антиаліментарних факторів кунжуту для кондитерської промисловості. <i>І.П. Петік</i> .....	52
Застосування методів аналітичної контролю у дослідженні окисних процесів в харчових, технологіях. <i>А.П. Белінська, І.П. Петік, С. І. Самойленко</i> .....	63
Встановлення впливу концентрації харчових добавок на окиснювальну стабільність соняшnikової олії. <i>Н.С. Старосельська, З.П. Федякіна, В.С. Мазаєва</i> .....	72
Обґрунтування складу пасти з олійного насіння типу урбеч як інгредієнта кондитерських виробів. <i>І.П. Петік, М.П. Титаренко, Л. В. Кричковська</i> . ..	78
Реферати.....	93
Рефераты.....	99
Abstracts.....	105

Адреса редакційної колегії проспект Дзюби, 2А, м. Харків, 61019  
 УкрНДІОЖ НААН , тел.: 050-345-03-91; 063-943-92-56  
 E-mail: [direktor.fatoil@gmail.com](mailto:direktor.fatoil@gmail.com); [nti@fatoil.com.ua](mailto:nti@fatoil.com.ua)  
 Сайт: <http://fatoil.com.ua>