

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

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

Випуск 5

Харків  
2021

**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. Кричківська, д-р біол. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

І.В. Кузнєцова, 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. Ситнік, 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 № 9 від 15 грудня 2021 р.

## **НОВІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР, ОЛІЙ ТА ЖИРІВ**

**П.Ф. ПЕТИК**, канд. техн. наук, 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;

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

*Представлено основні наукові розробки фундаментального і прикладного характеру, які проводяться Українським науково-дослідним інститутом олій та жирів Національної академії аграрних наук України в рамках Програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України на 2021-2025 роки, що стосуються створення технологій для виробництва конкурентоспроможних харчових продуктів на основі досліджень складу, фізико-хімічних властивостей олієжирової сировини, технологічних процесів її переробки.*

**Ключові слова:** *насіння, олія, жири, шрот, харчові системи, інгібітори ферментів, транс-ізомери жирних кислот, переетерифікування, екструдкування, крем-паста, смакоароматичні компоненти*

**Постановка проблеми.** Проблема якості і безпечності продукції – одне з важливих і актуальних питань світової торгівлі, що має велике значення для стабільного розвитку економіки країни. Досягнення високого рівня захисту споживачів і підвищення конкурентоспроможності українських товарів на зовнішніх ринках є тими цілями, якими повинні керуватися підприємства при розробці якісно нової концепції досягнення якості і безпечності продукції. Це потребує розробки не тільки відповідної нормативної бази, методів випробування, але й, перш за все, удосконалення існуючих та створення нових ресурсо-, енергозаощадних та екологічних технологій, як видобування, так і переробки олій та жирів. Системний моніторинг технічного та технологічного рівня олієжирової галузі дозволяє окреслити найбільш перспективні та ті, що відповідають світовому рівню, наукові дослідження в галузі як видобування, так і переробки олій та жирів. Використання ефективних способів дозволить значно підвищити продуктивність олієжирового виробництва і забезпечити населення України якісними харчовими продуктами.

Незважаючи на значні досягнення олієжирової галузі з переробки майже всього соняшника який виробляється в Україні, сої, що переробляється в недостатніх об'ємах, та насіння ріпаку, яке в значній мірі

експортується, важливим завданням на 2021–2025 роки є переорієнтація виробничого потенціалу на новітні технології в питаннях комплексної переробки олійної сировини, підвищення рівня якості та безпечності олієжирової харчової продукції.

Виконання завдань Програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України «Переробка насіння олійних культур. Олія та жири» («Олія та жири») на 2021–2025 роки, де Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України (УкрНДІОЖ НААН) є головним виконавцем, здійснюється за напрямами:

- комплексні технології, елементи технологій для зберігання і переробки олієвмісної сировини, які забезпечують високу стабільність показників якості та безпечності харчової продукції;

- інноваційні технології ефективної переробки насіння олійних культур, олій, жирів для виробництва харчових продуктів високої поживної та біологічної цінності і забезпечення раціонального використання сировинних, енергетичних і матеріальних ресурсів;

- удосконалення методів технічного регулювання і нормативно-технічної бази для олієжирової галузі України;

- обґрунтування стратегічних напрямів та пріоритетів розвитку олієжирової галузі України; оцінка та прогнози кон'юнктури внутрішнього та світового ринків насіння олійних культур, олій та жирів і продуктів їх переробки.

**Мета роботи.** З урахуванням сучасних вимог розвитку економіки на основі досягнень вітчизняної фундаментальної і прикладної науки метою наукових досліджень на 2021–2025 роки є створення високоефективних підходів щодо переробки олієжирової сировини, які сприятимуть не тільки підвищенню якості та безпечності олієжирової продукції, але й збільшенню обсягу її випуску, що забезпечать задоволення потреб населення України в основних продуктах за рахунок вітчизняного виробництва, сприятимуть конкурентоспроможності, інноваційному розвитку та економічному зростанню країни.

**Результати роботи.** Відповідно до Концепції державної політики України в галузі харчування, пріоритетним напрямом є створення асортименту нових продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності. Одним зі шляхів створення такої продукції є використання насіння різних олійних культур та продуктів його переробки, що є джерелом біологічно активних речовин, зокрема ліпідного комплексу, поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів (пластичний матеріал, гепатопротектор, антисклеротичний фактор); білкового комплексу, збалансованого за вмістом амінокислот; вітамінів, провітамінів, антиоксидантів (тіаміну, рибофлавіну, піридоксину, біотину, фолієвої, пантотенової та аскорбінової кислот, каротиноїдів, токоферолів); комплексу макро-, мікро- і ультрамікроелементів (фосфор, калій, кальцій, магній, бор, марганець, мідь, цинк, кобальт і т.ін.),

які навіть у малих кількостях позитивно впливають на організм людини, та фітостеринів (гіпохолістеринемічний фактор).

На сьогодні у світі існує безліч розробок комбінованих систем на основі борошна, які спрямовані на вирішення таких задач як поліпшення технологічних та органолептичних характеристик борошняних виробів, зниження їх собівартості або вирішення проблеми використання вторинних продуктів виробництва. Досліджень, які присвячені обґрунтованому проектуванню та вивченню комбінованих продуктів на основі борошна з поліпшеним амінокислотним складом та підвищеною біологічною цінністю білка за рахунок використання багатих на білок добавок, а саме шротів, не встановлено. Крім того, бракує інформації щодо впливу композицій шротів на властивості комбінованих систем на основі борошна. Враховуючи це в УкрНДІОЖ НААН виконуються фундаментальні дослідження щодо наукового обґрунтування проектування комбінованих продуктів на основі борошна з високими споживчими характеристиками, а саме з заданим вмістом білку, амінокислотним та жирнокислотним складом. Впродовж 2021 року розроблено композицію лляного та соєвого шротів, амінокислотний склад білка якої максимально наближений до еталонного. Співвідношення компонентів у зазначеній композиції наступне: лляний шрот : соєвий шрот = 68:32. Одержану композицію шротів поєднано із борошном пшеничним та отримано харчові системи, що мають удосконалений амінокислотний склад порівняно з борошном пшеничним. Уміст борошна в них становить 90–80%, уміст композиції шротів – 10–20%. Досліджено амінокислотний склад і біологічну цінність кожної з одержаних харчових систем [1, 2]. Одержані результати стануть підґрунтям для розробки Методології проектування комбінованих продуктів гарантованої харчової та біологічної цінності з використанням вторинних продуктів насіння олійних культур, а саме шротів.

Білково-жирові продукти, зокрема десерти, мають значний попит у населення, особливо у дітей, на жаль, використання як зарубіжними, так і вітчизняними виробниками в рецептурному складі значної кількості цукру та синтетичних харчових інгредієнтів негативно впливає на харчову та біологічну цінність готових виробів. Тому актуальним є розроблення інноваційних напрямів створення білково-жирових продуктів на основі насіння олійних культур та продуктів його переробки для розширення асортименту виробів, підвищення їх харчової та біологічної цінності, надання антиоксидантних властивостей, а також повного виключення з рецептурного складу синтетичних складових. Продовж 2021 року проведеними дослідженнями розроблено кремову цукеркову масу та сирково-гарбузову суміш. Встановлено, що період індукції кремової цукеркової маси, що містить 5%, 10%, 15% або 20% білково-жирової суміші з подрібненого насіння льону та кунжуту, перевищує контрольний показник без додавання суміші на 8%, 31%, 44% і 49%, відповідно. Досліджено вплив соєвого ізоляту (СІ) на органолептичні характеристики сирково-гарбузової суміші, а саме на в'язкість, смак, запах і текстуру. Визначено, що через погіршення органолептичних характеристик сирково-гарбузової суміші концентрація СІ,

вища за 2,5%, не є доцільною. Слід відмітити, що додавання СІ у розмірі до 2,5%, збільшує ефективну в'язкість сирково-гарбузової суміші з 3,2 Па·с до 6,4 Па·с, що є позитивним технологічним аспектом [3]. Одержані результати стануть підґрунтям для розробки Методології створення білково-жирових продуктів з використанням насіння олійних культур та продуктів його переробки.

Завданням сучасної технології переробки олійної сировини має бути розробка виробничих процесів, що забезпечують виключення або максимальне послаблення інтенсивних впливів на сировину з метою максимального збереження біологічно активних речовин у нативному стані. Перспективною з точки зору біохімічних, технологічних і економічних аспектів є обробка в електромагнітному полі низькочастотного діапазону. В УкрНДІОЖ НААН виконуються дослідження з розробки Методології технологічної обробки олійного насіння різних культур для інактивації гідролітичних, окисно-відновних, а також інгібіторів протеолітичних ферментів. Протягом 2021 року досліджено вплив активності інгібіторів протеолітичних ферментів на здатність білку насіння соняшнику, льону, кунжуту до гідролітичного розкладу екзогенними ферментами. Визначено вплив активності ліпаз та ліпоксигеназ на стабільність до окиснення ліпідної складової олійного насіння соняшнику, льону та кунжуту при зберіганні протягом 3-х місяців за температури  $18\pm 2^\circ\text{C}$ . Найменша активність ліпаз спостерігається у насінні кунжуту – кислотне число ліпідів насіння за вологості 6% майже не змінюється, за вологості 12% – кислотне число становило 4,2 мг КОН/г та 5,2 мг КОН/г за вологості 18%. Найвища активність ліпаз спостерігається у насінні льону – кислотне число ліпідів насіння сягає 4,0 мг КОН/г за вологості 6%, 7,8 мг КОН/г за вологості 12% та 11,3 мг КОН/г за вологості 18%. Найменша активність ліпоксигенази спостерігається у насінні кунжуту – пероксидне число ліпідів насіння сягає 1,5 ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг за вологості 6%, 5,8 ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг за вологості 12% та 8,2 ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг за вологості 18%. Найвища активність ліпоксигеназ спостерігається у насінні льону – пероксидне число ліпідів насіння сягає 3,5 ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг за вологості 6%, 14,1 ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг за вологості 12% та 17,8 ммоль  $\frac{1}{2}$  O /кг за вологості 18%. Результати досліджень підтверджують доцільність інактивації в олійному насінні ліполітичних ферментів, ліпоксигенази.

Наша країна взяла курс на інтеграцію з Європейським союзом, тому для олієжирової галузі України вирішення проблеми зниження вмісту транс-ізомерів у харчових продуктах є актуальним завданням сьогодення. З метою вирішення цієї проблеми УкрНДІОЖ НААН проводяться дослідження з обґрунтування методології отримання жирових систем з мінімальним вмістом транс-ізомерів жирних кислот за двома напрямками: перший – біокаталітичне модифікування жирів, в разі необхідності доповнене фракціюванням, а другий – синтез жирових систем шляхом створення олеогелів – жирових систем з нульовим вмістом транс-ізомерів жирних кислот. Для їх створення як дисперсну середу обрано соняшникову, пальмову

олії та курячий жир; як дисперсну фазу – бджолиний віск. Методом диференційної скануючої калориметрії для обраної сировини визначено фазові перетворення для процесів плавлення та кристалізації з характерними температурами. Отримано математичну модель залежності температури плавлення жирової суміші від масової частки компонентів. Розраховано раціональну рецептуру дисперсної середи олеогелю з температурою плавлення  $+34,05^{\circ}\text{C}$ , а саме: соняшникової олії – 15%; пальмової олії – 60%; курячого жиру – 25%. Встановлено раціональний вміст воску бджолиного (1,5%) у змодельованому олеогелі. Одержані результати сприятимуть розробці Методології синтезу жирових систем з мінімальним вмістом транс-ізомерів жирних кислот.

Альтернативним методом одержання жирів з необхідними властивостями із широким спектром застосування є переетерифікування - метод модифікації без додаткового утворення транс-ізомерів, яке характеризується обміном залишків жирних кислот між молекулами ацилгліцеролів, при цьому використовуються класичні промислові каталізатори. Досліджень, присвячених розробці нових каталізаторів - гліцератів лужних металів, які позбавлені недоліків існуючих, не встановлено, також недостатньо даних щодо зміни масових часток окремих триацилгліцеролів в жирах в результаті переетерифікування. Отже дослідження, спрямовані на розробку нових підходів щодо синтезу багатофункціональних жирових композицій без транс-ізомерів жирних кислот з використанням нового каталізатору є актуальними. В УкрНДІОЖ НААН проведено дослідження характеристик процесу переетерифікування жирової сировини, а саме пальмового олеїну, адже він виявляє найбільше зростання температури плавлення в результаті даного модифікування жирів. Виявлено, що час, за який відбуваються найбільш суттєві зміни температури плавлення, а отже, і триацилгліцерольного складу жиру, складає 0,5 год., після чого температура плавлення пальмового олеїну практично не змінюється. Встановлено вплив тривалості переетерифікування на вміст твердих триацилгліцеролів у пальмовому олеїні при веденні процесу за різних температур ( $+85^{\circ}\text{C}$ ,  $+100^{\circ}\text{C}$  та  $+115^{\circ}\text{C}$ ). За температури  $+100^{\circ}\text{C}$  зазначені залежності наближені до лінійних. При цьому значення вмісту твердих триацилгліцеролів за температур  $+15^{\circ}\text{C}$  та  $+20^{\circ}\text{C}$  є близькими. Суттєва різниця в значеннях спостерігається лише за температур  $+10^{\circ}\text{C}$  та  $+25^{\circ}\text{C}$ . Вміст твердих триацилгліцеролів в пальмовому олеїні з підвищенням тривалості модифікування зростає. За умов переетерифікування пальмового олеїну за температури  $+85^{\circ}\text{C}$  та  $+115^{\circ}\text{C}$  встановлено чітку залежність, яка характеризується зниженням вмісту твердих триацилгліцеролів за всіма дослідними температурами за умов тривалості процесу 1 год., після чого вміст твердих триацилгліцеролів зростає. В результаті експериментально проведених наукових досліджень та одержаних даних буде створено новий науковий підхід та методологію одержання жирів з заданими фізико-хімічними показниками без транс-ізомерів жирних кислот за реакцією переетерифікування з використанням нового каталізатору [4].

Одним із розповсюджених видів продуктів харчування є продукція, смажена у фритюрі. Фритюрні жири піддаються дії високої температури, якість та характеристики такого жиру впливають на безпечність та термін придатності готового продукту. До таких жирів висуваються особливі вимоги. Для підбору фритюрних жирів використовують дослідні смаження, після чого визначають органолептичні та фізико-хімічні показники жиру та роблять висновки щодо доцільності його використання для смаження у фритюрі. Але в даний час відсутня комплексна система та критерії оцінки для аналізування та розробки фритюрних жирів, яка б включала оперативний контроль окиснювальної стабільності за високих температур, контроль фізико-хімічних показників та безпосереднє застосування жиру на практиці. УкрНДІОЖ НААН проведені дослідження за якими встановлено зв'язок між даними щодо окиснення методом диференційної скануючої калориметрії, фізико-хімічними показниками окиснення та терміном зберігання олії соняшникової. Доведено, що період індукції за методом диференційної скануючої калориметрії є надійним критерієм оцінки окиснювальної стабільності жирів за умов підвищених температур. Розроблено проект Методики визначення оптимальної кількості циклів смаження жирів, яка заснована на визначенні органолептичних та фізико-хімічних показників олії після кожного смаження дослідного продукту в установлених умовах. Розроблені сучасні методи та критерії оцінки стабільності жиру за підвищених температур, нададуть можливість оперативно та надійно визначати придатність жирової сировини та антиоксидантів до використання для смаження у фритюрі, а також визначати оптимальну кількість циклів смаження у фритюрі, що дозволить ефективно прогнозувати економічний ефект від виробництва харчової продукції.

В рамках прикладних науково-дослідних робіт Програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України «Олія та жири» УкрНДІОЖ НААН на 2021-2025 роки проводяться дослідження із встановлення на базі експериментальних досліджень залежностей між одержаним за хроматографічним методом жирнокислотним складом, зокрема вмістом олеїнової кислоти, олії, виділеної пресуванням з насіння соняшнику, з середнім вмістом олеїнової кислоти (не менш ніж 54%) та високим вмістом олеїнової кислоти (75-90,7%), 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.

Аналіз сучасних способів підвищення функціонально-технологічних властивостей рослинної сировини за допомогою фізичних впливів в різних галузях переробної промисловості свідчить про можливість ефективної обробки такої сировини в екструдері. Екструдкування є одним з перспективних напрямків розвитку технології виробництва продуктів харчування, який характеризується підвищенням ступеню готовності і біодоступності готової продукції. У зв'язку з цим, завданням сучасної харчової технології є дослідження можливості екструдкування не тільки



традиційної (зернової) сировини, але й нових видів, зокрема насіння олійних культур та продуктів їх переробки. УкрНДІОЖ НААН проводить дослідження з розробки екструзійно-модифікованої білково-жирової суміші швидкого приготування з використанням олійної сировини, що знайде широке використання в технології харчових виробництв, у тому числі інстантних продуктів. Результати досліджень дозволять визначити параметри раціональних режимів попередньої технологічної обробки та власне екструдювання олійної сировини; розробити рецептуру білково-жирової суміші швидкого приготування на основі олійної, зернової і молочної сировини, обґрунтувати технологічну схему виробництва екструзійно-модифікованої білково-жирової суміші швидкого приготування з насіння різних олійних культур [5].

Окисні перетворення в оліях призводять до їх втрат і погіршення якості як на стадії добування і переробки, так і на стадіях зберігання та застосування. Тому проблема визначення періоду індукції окиснення (початкової стадії процесу окиснення в прискорених умовах), а значить, і терміну зберігання жирів актуальна як з практичної, так і з теоретичної точок зору. УкрНДІОЖ НААН має досвід роботи щодо визначення строків придатності жирів та жировмісних продуктів традиційними загальноживаними методами для підприємств харчової промисловості. Ведуться роботи щодо встановлення закономірності величини строків придатності олій соняшникових різного ступеню очистки від вмісту в них супутніх речовин за допомогою прискореного методу окиснення на диференційному скануючому калориметрі. В результаті роботи буде створено базу даних періодів індукції окиснення олій соняшникових рафінованих і нерафінованих різного ступеню очистки в діапазоні температур  $+90...+110$  °C на диференційному скануючому калориметрі.

Створення продуктів з заданими споживчими властивостями, наприклад таких, як продукти підвищеної біологічної цінності, допоможе вирішити ряд проблем, пов'язаних з особливостями харчування певних верств населення. Однак не слід забувати про жирову складову харчових продуктів. Вживання в їжу великої кількості жирів не є корисним навіть для здорової людини, отже створення продукту харчування підвищеної біологічної цінності та зі зниженою кількістю жирів на основі ядра насіння соняшнику, стає актуальним. У цьому напрямку УкрНДІОЖ НААН проведені дослідження з розробки крем-паст, а саме визначено фізико-хімічні показники обраного для розробки крем-паст кондитерського насіння соняшнику, зокрема вміст олії та сирого протеїну складає 44,8 % та 30,6 %, відповідно. Загально сума жиру та білку складає 75,4 %, що корелюється з даними наукової літератури. За літературними даними встановлено раціональні технологічні параметри щодо процесу приготування крем-пасти, а саме: температура олії з емульгатором  $+70$  °C, температура подрібненого ядра  $+38...+40$  °C, температура розчинення сухих складових у воді  $+40...+50$  °C, мінімальна тривалість перемішування 5 хвилин. Експериментально доведено, що температура приготування крем-пасти

повинна складати приблизно  $+30...+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , адже у противному випадку система почне швидко розшаровуватись. Доведено, що у рецептурі крем-пасти оптимальне співвідношення інгредієнтів, які відповідають за смакову складову, а саме цукру та солі повинно становити 10 г/100г та 0,2 г/100г, відповідно. Визначено оптимальне співвідношення складових комбінованого емульгатору для крем-пасти, а саме: E471:E475:PGPR=9:2:1 (у масових частках, %: 75:16,67:8,33). Одержані результати стануть основою для розробки Рекомендацій щодо складання рецептур крем-пасти на основі ядра з насіння соняшнику зі зниженою кількістю жирів.

Ринок України представлений в основному рафінованими та нерафінованими соняшnikовою, соєвою, кукурудзяною та оливковою оліями. Серед салатних нерафінованих є кунжутна, гарбузяча, льняна та інші олії. Однак, на світовому ринку почали з'являтися олії з смакоароматичними добавками, наприклад оливкова олія з петрушкою та іншими прянощами закордонного виробництва. Зважаючи на розповсюдження використання соняшnikової олії в світі, та зокрема в Україні, виникає зростаючий інтерес до розширення асортименту продукції на основі сумішей олії з різними смакоароматичними природними добавками. Виключне наукове та практичне значення має дослідження та розробка рецептур таких сумішей та технологія їх отримання. Вибір пряно-ароматичної сировини, з якої планується отримувати смакоароматичні природні добавки, обумовлений доступністю на території України та цільовою доцільністю застосування у виробництві олій. УкрНДІОЖ НААН проведені експериментальні дослідження та обґрунтовано обрано розчинник – соняшnikову олію – для вилучення смакоароматичних компонентів з пряно-ароматичної сировини – насіння анісу, насіння тмину, насіння коріандру та розмарину. На основі математичного планування та експериментальних досліджень для розмарину розроблено математичну модель залежності періоду індукції від температури екстракції та ступеня помелу пряно-ароматичної сировини. Встановлено раціональні умови проведення процесу екстрагування смакоароматичних компонентів з пряно-ароматичної сировини соняшnikовою олією, а саме: температура  $+45\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  та ступінь помелу пряно-ароматичної сировини 1,2 мм. Одержані олійні екстракти з насіння анісу, насіння тмину, насіння коріандру, розмарину досліджено на окислювальну стабільність за температури  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$  та порівняно з контролем – соняшnikовою олією без добавок. Встановлено, що найкращий антиоксидантний ефект показує екстракт соняшnikової олії з розмарином, адже його період індукції становить – 164,64 хв.; найгірший – олійний екстракт з насіння анісу (період індукції становить 60,57 хв.). Водночас усі чотири олійні екстракти мають значення антиоксидантного ефекту вищими в порівнянні з контролем – соняшnikовою олією без добавок, адже її період індукції становить лише 32,40 хв.

В УкрНДІОЖ НААН проведено дослідження стану та тенденцій розвитку ринків насіння олійних культур і продуктів його переробки, Здійснено економічний аналіз техніко-економічних показників переробки

насіння олійних культур і продуктів його переробки. Надано інформаційно-аналітичні матеріали (за підсумками кварталів та року) [6].

Також в рамках прикладних науково-дослідних робіт досліджено існуючі технології виробництва олії методом пресування та екстракції. Проаналізовано системи безпеки, правила обслуговування технологічного обладнання складу та елеватору олійного насіння, макухи та шроту, шеретувально-віяльного та пресового відділення, олійно-екстракційне виробництво. Це стане підґрунтям для розробки Проекту правил безпеки у виробництві олій методом пресування та екстракції.

**Висновки:** Окреслено найбільш перспективні наукові дослідження в галузі переробки жирів. Впровадження технологічних розробок в олієжирову галузь України забезпечить підвищення виходу і термінів зберігання олієжирової продукції, сприятиме поліпшенню її якості та безпечності, а також зниженню собівартості і розширенню асортименту.

### Література

1. Матвеева Т.В. 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:10.31073/agrovisnyk202105.

2. Матвеева Т.В. Пищевые системы на основе муки пшеничной и шротов льна и сои / Т.В. Матвеева, В.Ю. Папченко // Масложировой комплекс. - 2021. - № 1 (72). – С. 37-38.

3. Белінська А.П. Обґрунтування складу сиркового десерту з використанням тикви, кунжуту та соєвого білку / А.П. Белінська, М.О. Шумєєва // Тези ХХІХ Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», Ч. II. – Харків: НТУ «ХП», 2021. – С. 271.

4. Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Ostapov, K., Borodych, P., Mazurenko, V., Kovalov, O., Velma, V., Kolokolov, V. Establishing rational conditions for obtaining potassium glycerate. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2021, 3 (6-111), Pp. 12-18. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231449.

5. Белінська А.П. Дослідження екструдуювання лляної макухи для виробництва продуктів спеціального призначення / А.П. Белінська, О.Г. Трошин, С.В. Бочкарев // Матеріали ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій та косметичній промисловості». – Х.: НТУ «ХП», 2021 – С. 209-210.

6. Олійно-жирова галузь України: Інформаційно-аналітичний бюлетень олійно-жирової галузі України Показники роботи за 9 місяців 2020 року, 2019/2020 МР та 2020 рік, 2020/21 МР. - Харків, 2020. – 37 С.

## Bibliography (transliterated)

1. Matvieieva, T.V., Papchenko, V.Iu., Bielinska, A.P., Khareba, O.V. (2021). Rozrobka kharchovykh system pidvyshchenoi biolohichnoi tsinnosti na osnovi oliievmisnoi syrovyny ta boroshna. Visnyk ahrarynoi nauky. Kyiv: DP Ahraryna nauka, 5, 71-78. doi:10.31073/agrovisnyk202105.
2. Matvieieva, T.V., Papchenko, V.Iu. (2021). Pyshchevye system na osnove muky pshenychnoi y shrotov lna y soy. Maslozhyrovoi kompleks, 1 (72), 37-38.
3. Bielinska, A.P., Shumieieva, M.O. (2021). Obhruntuvannia skladu syrkovoho deserty z vykorystanniam tykvy, kunzhutu ta soievoho bilku. Tezy KhXIKh Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia». Kharkiv: NTU «KhPI», 2, 271.
4. Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Chernukha, A., Ostapov, K., Borodych, P., Mazurenko, V., Kovalov, O., Velma, V., Kolokolov, V. (2021). Establishing rational conditions for obtaining potassium glycerate. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (6-111), 12-18. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.231449.
5. Bielinska, A.P., Troshyn, O.H., Bochkarev, S.V. (2021). Doslidzhennia ekstruduvannia llianoi makukhy dlia vyrobnytstva produktiv spetsialnoho pryznachennia. Materialy IX Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Khimii, bio- i nanotekhnolohii, ekolohiia ta ekonomika v kharchovii ta kosmetychnii promyslovosti». Kharkiv:NTU «KhPI», 209-210.
6. Oliino-zhyrova haluz Ukrainy: Informatsiino-analitychnyi biuleten oliino-zhyrovoy haluzi Ukrainy Pokaznyky roboty za 9 misiatsiv 2020 roku, 2019/2020 MR ta 2020 rik, 2020/21 MR (2020). Kharkiv, 37.

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЙ І ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ В УКРАЇНІ

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

**Л.В. ВИСТОРОП**, 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 за перше півріччя 2021 року. З'ясовано, що за звітний період перероблено олійної сировини 5 960 880 тонн, що складає 73 % до показника минулого року. Встановлено, що вироблено олій нерафінованої, рафінованої та фасованої 72,7 %; 68,8 % та 91,7 % до показника минулого року, відповідно. Відмічено, що обсяги виробництва шроту та фосфатидного концентрату за перше півріччя 2021 року також зменшилися на 22,5 % та 4,0 %.*

**Ключові слова:** олійне насіння, нерафінована, рафінована, фасована олія, олієжирова галузь.

**Постановка проблеми.** Україна утвердилася як лідер з експорту соняшникової олії, виводячи олієжирову галузь у низку стратегічних галузей національної економіки. Цьому значною мірою сприяла вдала державна регуляторна політика, що поєднувала інтереси як держави, так і виробників цього сектору економіки. Розширення виробничих потужностей за рахунок будівництва нових заводів та модернізації тих, що діють, за найкращими світовими стандартами здійснено завдяки вмілому скеруванню інвестицій в олієжировий комплекс. Це дало змогу сформувати розвинену інфраструктуру, що включає велику кількість елеваторів, логістичних фірм і портів. Удосконалено систему логістики шляхом будівництва нових терміналів у морських портах, збільшено кількість зайнятих. За рахунок цього встановилась експортна орієнтація олієжирової галузі [1].

Питанням дослідження стану, особливостей розвитку, з'ясуванню кола проблем, що існують в олієжировій галузі, присвячені праці таких науковців, як Л.М. Благодир [2], О. Лозовський [3], О.В. Манойленко, Т.А. Жадан [4], П.Т. Саблук, Е.А. Щербак [5] та інші. Ринок виробництва продовольства України є динамічним та залежить від широкого кола факторів впливу, серед яких є державна фіскальна, інноваційна, зовнішня політика та стан економіки країни загалом. У цих умовах постійно змінюються параметри діяльності підприємств, у тому числі й олієжирової галузі, що й вимагає нового підходу

до їх дослідження. Необхідно розробити напрями розвитку задля збереження позиції лідера на світовому олійному ринку.

Власна переробка сировини, для економіки держави, - це додана вартість та робочі місця, пожвавлення економіки.

Олієжирова галузь України забезпечує експорт продукції в 125 країн світу.

На світовому та внутрішньому ринках формується високий попит на олійне насіння та олієжирову продукцію, що обумовлює позитивну динаміку щодо нарощування обсягів виробництва олійних культур в Україні. Сучасним світовим трендом є збалансоване харчування та споживання органічної продукції, що зумовило зміну структури продуктів харчування та збільшило попит на різні олії. Світове виробництво основних видів олійної сировини: сої, соняшнику, бавовнику, льону, копри, плодів олійної пальми, рицини, ріпаку, кунжуту, оливи — складає близько 140 млн. т на рік. Суттєвим чинником у формуванні обсягів олієжирової продукції України було збільшення потужності переробних підприємств [6].

Основу пропозиції ринку олійного насіння та виробництва олієжирової продукції формують три культури: соняшник, соя, ріпак однак роль їх не рівно значна. Інші культури, як-от: ріпак ярий, льон олійний, сафлор красильний, рижій, гірчиця, складають незначну частку та навіть не усі відображені у статистичному обліку. Розвиток ринку олієжирової продукції залежить від обсягів виробництва олійних культур та забезпечення переробних підприємств сировиною [6].

Виробництво олійних культур в Україні вже традиційно зорієнтовано переважно на соняшник, який відповідно складає переважну масу сировини для промислового виробництва [6].

19.04.2021 року підписано Меморандум про взаєморозуміння між Міністерством розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України і асоціацією «Укроліяпром» у 2020/2021 маркетинговому році. Сторони погодились співпрацювати з питань узгодження балансових характеристик ринку олії соняшnikової України в 2020/2021 маркетинговому році з метою організації забезпечення продовольчої безпеки та уникнення застосування експортних обмежень. Одночасно сторони домовились здійснювати заходи щодо погодження можливих граничних обсягів експорту олії соняшnikової на основі попереднього балансу попиту і пропозиції олії соняшnikової у 2020/2021 маркетинговому році. Підписання Меморандуму зняло напругу, яка виникла через можливість запровадження квотування та ліцензування експорту олії соняшnikової, як на внутрішньому так і зовнішньому ринках. Відповідно до Меморандуму, у додатку до нього, визначені граничні обсяги експорту олії соняшnikової у 2020/21 МР в обсязі 5380 тис. тонн [7].

Поглиблення переробки олійної сировини має стратегічне значення в забезпеченні продовольчої і енергетичної безпеки держави як в сучасних умовах, так і на перспективу. Кожним роком змінюються обсяги виробництва олієжирової продукції - фасованої олії, маргаринової продукції та майонезу,

поліпшується якість продукції. Все це потребує інформаційного забезпечення для розробки ринкових стратегій, прийняття управлінських рішень щодо розвитку виробництва.

Враховуючи це, доцільно виконати дослідження щодо стану та тенденцій розвитку ринків насіння олійних культур, продуктів його переробки, як базової основи розвитку підприємств олієжирової галузі; провести економічний аналіз техніко-економічних показників переробки насіння олійних культур і продуктів його переробки.

**Метою роботи** є аналіз сучасного стану виробництва олій в Україні за перше півріччя 2021 року на основі економічного аналізу техніко-економічних показників ефективності роботи підприємств олієжирової галузі.

**Результати роботи.** За перше півріччя 2021 року перероблено олійної сировини 5 960 880 тонн, що складає 73 % до показника минулого року, у тому числі 5 239 914 тонн насіння соняшнику, 652 551 тонн насіння сої, 66 318 тонн насіння ріпаку та 2 097 тонн насіння гірчиці.

Загальні показники виробництва продукції спеціалізованими олійнодобувними підприємствами представлено на рис. 1.

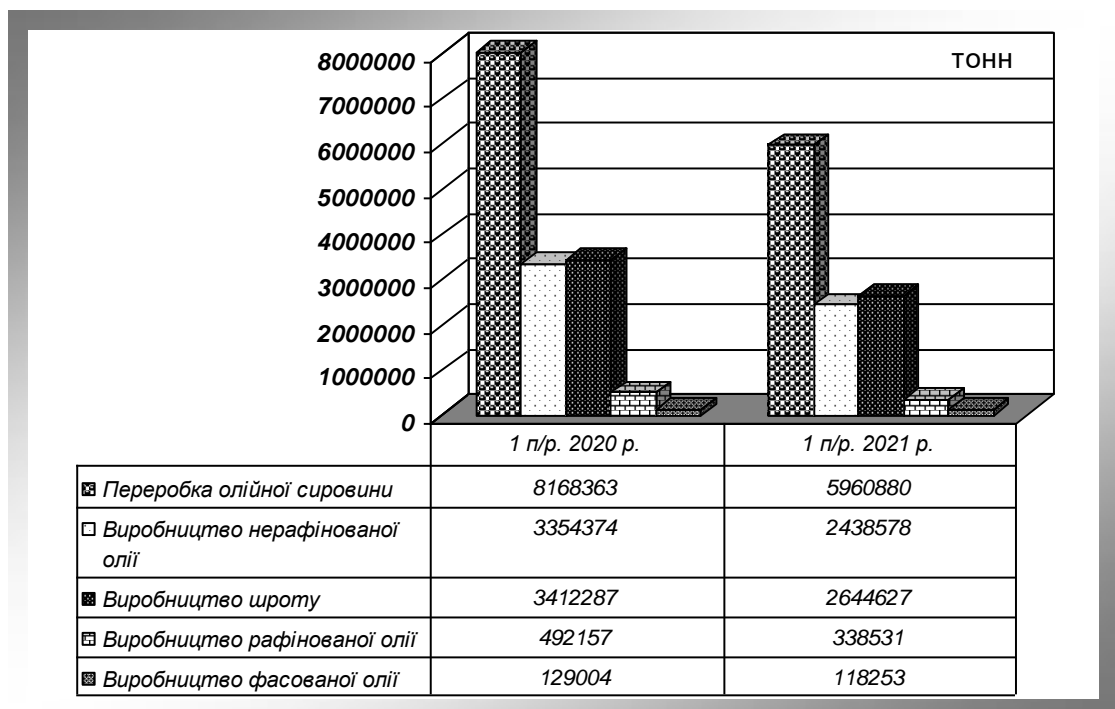


Рисунок 1 - Загальні показники виробництва продукції спеціалізованими олійнодобувними підприємствами

За звітній період вироблено олії нерафінованої – 2 438 578 тонн, рафінованої – 338 531 тонн та фасованої – 118 253 тонни, що складає 72,7 %; 68,8 % та 91,7 % до показника минулого року, відповідно. Обсяги виробництва шроту та фосфатидного концентрату в звітному періоді також зменшилися на 22,5 % та 4,0 % і склали 2 644 627 тонн і 3 736 тонн проти 3 412 287 тонн і 3 892 тонн за перше півріччя 2020 року, відповідно.

Серед виробленої нерафінованої олії, обсяги виробництва соняшникової олії склали 2 297 343 тонни, соєвої – 114 121 тонна, ріпакової – 26 527 тонн та гірчичної – 587 тонн.

Обсяги виробництва рафінованої соняшникової олії в звітному періоді також зменшилися на 31,2 % і склали 338 531 тонна проти 492 157 тонн за перше півріччя 2020 року, дані з виробництва рафінованої олії соняшникової за підприємствами представлено у табл. 1.

Таблиця 1 - Виробництва рафінованої олії соняшникової

Перелік підприємств	Виробництво, тонн		Зміни, %
	за перше півріччя 2020 року	за перше півріччя 2021 року	
Дніпропетровський ОЕЗ	79566	67093	84,3
«Дельта Вілмар СНД» (Одеська обл.)	83999	40644	48,4
Приколотнянський ОЕЗ	32662	35441	108,5
Пологівський ОЕЗ	14333	6127	42,7
«ПОЕЗ - Кернел Груп»	49547	49965	100,8
Харківагросоюз	154	182	118,2
«Щедро» (м. Запоріжжя)	11116	11609	104,4
«Гідросенд» (Кіровоградська обл.)	12530	4506	36,0
«Градоля Рафінація» (м. Кропивницький)	36305	17648	48,6
Чернівецький ОЖК	6375	231	3,6
«Радема» (м. Рівне)	2403	308	12,8
Вінницький ОЖК	5069	4124	81,4
Київський марг. завод	8694	3623	41,7
«Авіс» (м. Вінниця)	6338	2104	33,2
„Оліс» Василівська філія (Запорізька обл.)	5491	3407	62,0
«Васильківхлібопродукт» (Київська обл.)	50	0	-
«Екобіотек-Україна» (м. Херсон)	6069	371	6,1
«Оліяр» (Львівська обл.)	40888	28359	69,4
Мелітопольський ОЕЗ (Запорізька обл.)	11229	4139	36,9
«ВВВВ» (Херсонська обл.)	15500	11817	76,2
«Віктор і К» (Кіровоградська обл.)	32134	21906	68,2
«Укроліяпродукт» (Полтавська обл.)	23861	20281	85,0
«Сан Ойл» (Харківська обл.)	1872	818	43,7
Сумський з-д продтоварів	5847	3731	63,8
Слобожанський завод продтоварів (Луганська обл.)	123	95	77,2
Агрофірма «Псьол» (Сумська обл.)	1	2	у 2 рази
Разом	492157	338531	68,8



Обсяги виробництва фасованої олії у звітному періоді зменшилися на 10 751 тону (8,3 %) і становили 118 253 тонни проти 129 004 тонн, дані з виробництва фасованої олії за підприємствами представлено у табл. 2.

Таблиця 2 - Виробництво фасованої олії

Перелік підприємств	Виробництво, тонн		Зміни, %
	за перше півріччя 2020 року	за перше півріччя 2021 року	
Приколотнянський ОЕЗ (Харківська обл.)	25082	24840	99,0
Пологівський ОЕЗ (Запорізька обл.)	4437	3222	72,6
Дніпропетровський ОЕЗ	42640	39500	92,6
Вінницький ОЖК	3303	1175	35,6
«ПОЕЗ - Кернел Груп» (м. Полтава)	47047	46615	99,1
Мелітопольський ОЕЗ (Запорізька обл.)	1034	380	36,8
«Укроліяпродукт» (Полтавська обл.)	5461	2521	46,2
Разом	129004	118253	91,7

За перше півріччя 2021 року підприємствами галузі було вироблено 2 644 627 тонни шроту (макухи), що становить 77,5 % до обсягів аналогічного періоду 2020 року (3 412 287 тонн). В табл. 3 представлено виробництво шроту (макухи) з насіння олійних культур.

Таблиця 3 - Виробництво шроту (макухи) з насіння олійних культур за перше півріччя 2021 року

Шрот (макуха)	Виробництво, тонн
соняшниковий	2 114 037
соєвий	491 302
ріпаковий	38 030
гірчичний	1 258
Разом	2 644 627

Виробництво гранульованих шроту (макухи) та лузги (лушпиння) підприємствами галузі представлено у табл. 4. За перше півріччя 2021 року підприємствами галузі вироблено шроту (макуха) соняшникового гранульованого – 844 973 тонн, лузги (лушпиння) гранульованої – 157 993 тонн, брикетів паливних із лушпиння соняшнику – 2 658 тонн, що становить 91,5 %, 66,8 % та 68,1 %, відповідно, до обсягів аналогічного періоду 2020 року.

За перше півріччя 2021 року загальні обсяги виробництва жирової продукції в Україні дещо нижчі від показників аналогічного періоду 2020 року (рис. 2).

Таблиця 4 - Виробництво гранульованих шроту (макухи) та лузги (лушпиння) підприємствами галузі

Перелік підприємств	Виробництво, тонн		Зміни, %
	за перше півріччя 2020 року	за перше півріччя 2021 року	
<b>Шрот (макуха) соняшниковий гранульований</b>			
Вінницький ОЖК	96048	87254	90,8
Миколаївський ОЕЗ, Бунге	203035	217568	107,2
«ПОЕЗ - Кернел Груп» (м. Полтава)	93262	91417	98,0
«Аграрні інвестиції» (м. Кропивницький)	54975	27122	49,3
Придніпровський ОЕЗ (м. Кропивницький)	121697	89960	73,9
Кропивницький ОЕЗ	88167	97402	110,5
«Українська Чорноморська Індустрія» (Одеська обл.)	125649	119458	95,1
Бандурський ОЕЗ (Миколаївська обл.)	107624	104796	97,4
Мелітопольський ОЕЗ (Запорізька обл.)	33058	9996	30,2
РАЗОМ	923515	844973	91,5
<b>Шрот соєвий гранульований</b>			
Вінницький ОЖК	28468	0	-
<b>Лузга (лушпиння) гранульована</b>			
Миколаївський ОЕЗ, Бунге	58625	44795	76,4
«ПОЕЗ - Кернел Груп» (м. Полтава)	2153	1528	71,0
Вінницький ОЖК	20900	18307	87,6
Придніпровський ОЕЗ (м. Кропивницький)	47454	30662	64,6
«Українська Чорноморська Індустрія» (Одеська обл.)	45955	29049	63,2
Бандурський ОЕЗ (Миколаївська обл.)	37228	23164	62,2
Вовчанський ОЕЗ (Харківська обл.)	19894	9053	45,5
Мелітопольський ОЕЗ (Запорізька обл.)	4271	1435	33,6
РАЗОМ	236480	157993	66,8
<b>Брикети паливні із лушпиння соняшнику</b>			
«Вайтерра Колос» (Харківська обл.)	3900	2658	68,1
<b>Оболонка соєва гранульована</b>			
Вінницький ОЖК	887	0	-

Так виробництво маргаринової продукції підприємствами галузі за звітний період зменшилося на 43 927 тонн (35,8 %) і становило 78 945 тонн проти 122 872 тонн (табл. 5). Обсяги виробництва майонезу та соусів склали 73 012 тонн, що на 1 588 тонн (2,1 %) нижче показника за перше півріччя 2020 року. Виробництво спредів та жирових сумішей за перше півріччя 2021 року скоротилося і в підсумку становило 7 173 тонни, або 72,7 % до показника аналогічного періоду 2020 року, який становив 9 867 тонн.

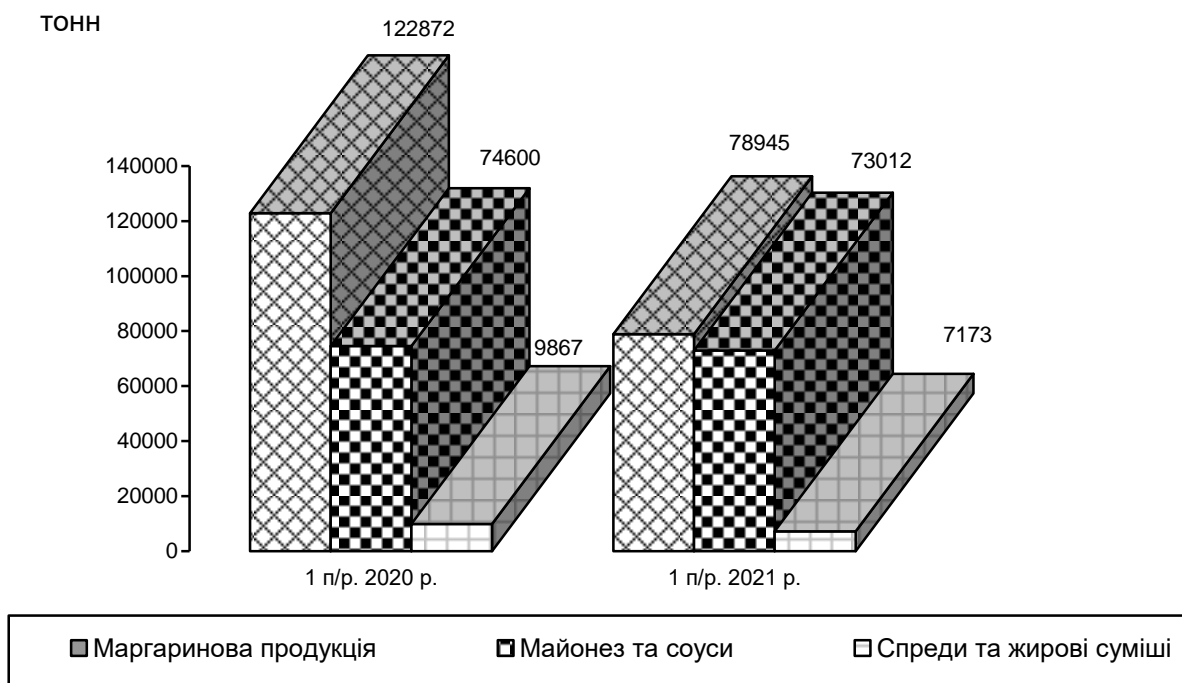


Рисунок 2 – Загальні показники виробництва маргаринової продукції, майонезів та соусів емульсованих, спредів та жирових сумішей

Таблиця 5 - Виробництво маргаринової продукції по регіонах України (за даними Держстату України)

Регіони	Виробництво, тонн за перше півріччя		Зміни, %
	2020 року	2021 року	
Вінницька	16069	3025	18,8
Волинська	1111	1042	93,8
Дніпропетровська	196	260	132,7
Донецька	9	13	144,4
Житомирська	1623	1564	96,4
Запорізька	33228	35112	105,7
Івано-Франківська	725	766	105,7
Київська	8960	4529	50,5
Кіровоградська	79	14729	у 186 разів
Львівська	7563	3403	45,0
Миколаївська	0	0	-
Одеська	48698	10447	21,5
Полтавська	14	9	64,3
Рівненська	75	56	74,7
Харківська	2238	1992	89,0
Херсонська	33	30	90,9
Хмельницька	1550	1555	100,3
Черкаська	701	413	58,9
Всього по Україні	122872	78945	64,2

За перше півріччя 2021 року вироблено 3 736 тонн фосфатидних концентратів. Порівняно з аналогічним періодом минулого року, обсяги їх виробництва зменшено на 156 тонн, або на 4,0 % (табл. 6).

Таблиця 6 - Виробництво фосфатидних концентратів

Перелік підприємств	Виробництво, тонн		Зміни, %
	за перше півріччя 2020 року	за перше півріччя 2021 року	
Пологівський ОЕЗ (Запорізька обл.)	1475	1709	115,9
«ПОЕЗ - Кернел Груп» (м. Полтава)	1157	1009	87,2
Вінницький ОЖК	70	34	48,6
Вовчанський ОЕЗ (Харківська обл.)	528	402	76,1
«Сватівська олія» (м. Сватове)	299	152	50,8
Приколотнянський ОЕЗ (Харківська обл.)	140	5	3,6
Кропивницький ОЕЗ	223	425	190,6
РАЗОМ	3892	3736	96,0

**Висновки.** З'ясовано, що за перше півріччя 2021 року перероблено олійної сировини 5 960 880 тонн, що складає 73 % до показника минулого року, у тому числі 5 239 914 тонн насіння соняшнику, 652 551 тонн насіння сої, 66 318 тонн насіння ріпаку та 2 097 тонн насіння гірчиці. Вироблено олії нерафінованої – 2 438 578 тонн, рафінованої – 338 531 тонн та фасованої – 118 253 тонни, що складає 72,7 %; 68,8 % та 91,7 % до показника минулого року, відповідно. Обсяги виробництва шроту та фосфатидного концентрату в звітному періоді також зменшилися на 22,5 % та 4,0 % і склали 2 644 627 тонн і 3 736 тонн проти 3 412 287 тонн і 3 892 тонн за перше півріччя 2020 року, відповідно. Серед виробленої нерафінованої олії, обсяги виробництва соняшникової олії склали 2 297 343 тонни, соєвої – 114 121 тонна, ріпакової – 26 527 тонн та гірчичної - 587 тонн. Також підприємствами галузі вироблено 2 644 627 тонни шроту (макухи), що становить 77,5 % до обсягів аналогічного періоду 2020 року (3 412 287 тонн), крім того вироблено шроту (макуха) соняшникового гранульованого – 844 973 тонн, лузги (лушпиння) гранульованої – 157 993 тонн, брикетів паливних із лушпиння соняшнику – 2 658 тонн, що становить 91,5 %, 66,8 % та 68,1 %, відповідно. Загальні обсяги виробництва жирової продукції в Україні дещо нижчі від показників аналогічного періоду 2020 року. Так виробництво маргаринової продукції підприємствами галузі за перше півріччя 2021 року зменшилося на 43 927 тонн (35,8 %) і становило 78 945 тонн проти 122 872 тонн. Обсяги виробництва майонезу та соусів склали 73 012 тонн, що на 1 588 тонн (2,1 %) нижче показника за перше півріччя 2020 року. Виробництво спредів та жирових сумішей скоротилося і в підсумку становило 7 173 тонни, або 72,7 % до показника аналогічного періоду 2020 року, який становив 9 867тонн. Крім того вироблено 3 736 тонн фосфатидних концентратів,

порівняно з аналогічним періодом минулого року, обсяги їх виробництва зменшено на 156 тонн, або на 4,0 %.

#### Література

1. Літковець Ю.О. Оцінювання стану та перспектив розвитку олійно-жирової галузі / Ю.О. Літковець // Економіка та управління національним господарством. – 2017. С. 169-172.
2. Благодир Л.М. Конкуренція в олійно-жировій галузі України: поведінковий і функціональний аспекти [Електронний ресурс] / Л.М. Благодир, Н.Г. Вигонюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 6. – С. 35-42.
3. Лозовський О. Перспективи розвитку олійно-жирової галузі в Україні [Електронний ресурс] / О. Лозовський, С. Слободянюк // Економічний аналіз. – 2013. – Т. 12 (1). – С. 195–198.
4. Манойленко О.В. Специфічні особливості олійно-жирової галузі як об'єктивна необхідність її державної підтримки / О.В. Манойленко, Т.А. Жадан // Інноваційна економіка. – 2013. – № 1. – С. 12–15.
5. Щербак Е.А. Сучасний стан та перспективи розвитку олійно-жирового виробництва у Запорізькій області / Е.А. Щербак // Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. – 2013. – Вип. 24. – С. 124–133.
6. Рудік Н.М. Особливості формування та перспективи розвитку ринку олійно-жирової продукції / Н.М. Рудік // АГРОСВІТ. – 2019. - № 24. – С. 59-65.
7. Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukroilprom.org>.

#### Bibliography (transliterated)

1. Litkovets, Yu.O. (2017). Otsiniuvannia stanu ta perspektyv rozvytku oliino-zhyrovoyi haluzi. Ekonomika ta upravlinnia natsionalnym hospodarstvom, 169-172.
2. Blahodyr, L.M., Vyhoniuk, N.H. (2015). Konkurentsia v oliino-zhyrovii haluzi Ukrainy: povedinkovi i funktsionalni aspekty. Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, 6, 35-42.
3. Lozovskyi, O., Slobodianiuk, S. (2013). Perspektyvy rozvytku oliino-zhyrovoyi haluzi v Ukraini. Ekonomichnyi analiz, 12 (1), 195–198.
4. Manoilenko, O.V., Zhadan, T.A. (2013). Spetsyfychni osoblyvosti oliino-zhyrovoyi haluzi yak obiektyvna neobkhdnist yii derzhavnoi pidtrymky. Innovatsiina ekonomika, 1, 12–15.
5. Shcherbak, E.A. (2013). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku oliino-zhyrovoho vyrobnytstva u Zaporizkii oblasti. Produktyvnist ahropromyslovoho vyrobnytstva. Ekonomichni nauky, 24, 124–133.
6. Rudik, N.M. (2019). Osoblyvosti formuvannia ta perspektyvy rozvytku rynku oliino-zhyrovoyi produktsii. AHROSVIT, 24, 59-65.
7. Ofitsiinyi sait asotsiatsii «Ukroliiaprom» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukroilprom.org>.

## RESEARCH OF TECHNOLOGICAL FACTORS INFLUENCE ON PROTEOLYTIC ENZYME INHIBITORS INACTIVATION IN OIL SEEDS MIXTURE

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

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

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

*The article studies the influence regularity of the technological processing parameters of the oil seeds mixture on its biological value.*

*The dependence of the protein-fat base preliminary treatment time with microwave radiation and its initial moisture content on protein subsequent enzymatic hydrolysis degree was determined. It has been proven that in the above factors values selected range, the maximum increase in the product biological value is possible.*

**Key words:** *oil seeds, protease inhibitors, microwave radiation, protein enzymatic hydrolysis.*

**Introduction.** Inhibitors of proteinases are present in representatives of many groups of plants, including oilseeds. Their characteristic feature is the formation of stable compounds devoid of enzymatic activity, with proteolytic enzymes. Depending on the chemical structure, localization in the plant, the level of activity, substrate specificity, protease inhibitors are grouped into three classes: Kunitz inhibitors, Baumann-Birk's trypsin and chymotrypsin inhibitors, microorganism serine proteinase inhibitors that do not act on trypsin and chymotrypsin [1].

Inhibitors of proteases are a protective factor of plants from adverse environmental factors, including the effects of insects, viruses, bacteria, etc. They are contained in seeds of cereals, legumes, oilseeds and other crops: in maize, peanuts, potatoes, etc. Soybean beans contain five or more trypsin inhibitors in an amount of 5–10 % of the total protein content [2].

The inhibitory activity of these compounds ceases when it is possible to disrupt the disulfide bonds of the molecule. But because of the extreme strength of the disulfide bond, considerable energy is needed to break it, from 20 to 20 000 kcal (1.5 kcal is enough to break the hydrogen bond) [1]. For example, treatment of soybean seeds, even at a temperature of 232 °C for 8 minutes, does not completely destroy protease inhibitors [3].

In human organism protease inhibitors interfere with the assimilation of proteins, suppressing the activity of digestive enzymes. The maximum allowable

amount of trypsin inhibitors in food products according to [4] should not exceed 0.5 %.

Due to the lack of food protein in the world there is a problem of increasing the biological value of vegetable protein, in particular, the protein oilseeds. In studies [5, 6], a protein-fat base was developed, enriched with essential amino acids and polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -3 group, in accordance with the physiological needs of athletes, workers of heavy physical labor, military personnel. This protein-fat base contains the following components: dried ground seeds of sunflower, sesame and flax in justified proportions. The presence in its composition of protease inhibitors, which reduce the digestion of protein by the body, significantly limits its use in the food industry.

Inhibitors of proteinases of sunflower seeds, sesame seeds and flax are not sufficiently investigated, nor are their effects on proteinases and the protein complex of the protein-fat base. Thus, the study and justification of ways to regulate their activity are relevant and have important theoretical and applied importance for increasing the efficiency of oilseed processing.

**The object of research and its technological analysis.** *The object of this research* is the biological value of protein-fat basis depending on the conditions of its preliminary processing. To reveal the peculiarities of this dependence, a technological audit was conducted, the purpose of which was to determine the change in the amino acid content in samples of protein-fat base, which underwent various technological treatments, after enzymatic hydrolysis.

The principal possibility of protein splitting depends significantly on a time of preliminary treatment with microwave radiation, as well as on an initial moisture content of the raw material. Therefore, the main direction of improving the processing of the protein-fat base is to determine the optimal process parameters. This will increase the biological value of the protein-fat base.

**The aim and objectives of the study.** *The aim of research* is perfection of technological processing of protein-fat base for nutrition of athletes on the basis of modeling and optimization of physico-chemical processes of denaturation of enzyme inhibitors. This will increase the biological value of the protein-fat base, i.e., the degree of digestion and digestibility of proteins in the gastrointestinal tract.

For effective achievement of this aim it is necessary to solve the following:

1. To study the regularities of the influence of the time of pretreatment of the protein-fat base by microwave radiation and its initial moisture on the degree of subsequent enzymatic hydrolysis of the protein.

2. To establish the optimum range of values of selected pre-treatment factors for maximizing the biological value of the protein-fat base.

**Research of the existing solutions.** Among the main areas of decline in the activity of proteinase inhibitors in oil seeds, identified in the resources of the world scientific periodicals, the following:

- "dry" and "wet" thermal denaturation of proteins [7–11];
- germination of seeds [12];
- processing in an electromagnetic field of various frequencies [13–15];

– heat treatment in the presence of chemical denaturing agents (ethanol, acetic acid, ammonia, hydrochloric acid) [16];

In particular, the advantages and disadvantages of "dry" and "wet" thermodenaturations of soybean proteinase inhibitors are presented in [7–9]. It is shown that the thermal denaturation of inhibitor molecules in moistened raw materials is most effective, but parallel processes are such as irreversible denaturation of soluble fractions of albumins and globulins, which entails a loss of biological value of the product. A similar drawback is noted in the work [10]. In studies it was shown that the ratio of water-, salt- and alkali-soluble proteins in fat-free oil seeds (for example, soybean and cotton seeds) varies with the intensity of heat treatment - by converting water-soluble proteins into salt-, alkali- and water-insoluble proteins. It is known that processing at relatively low temperatures entails protein denaturation, which increases nutritional value, because proteinase inhibitors are inactivated and the availability of proteins for hydrolysis is increased. But in parallel, there are reactions of reducing sugars of plant raw materials with amino acids. These reactions are initially reversible, since Schiff bases are formed, available for the action of digestive enzymes. However, these products quickly turn into Amadori compounds, which are practically not digested [17].

An alternative solution to this issue is set out in the [11, 12]. It was determined that during the germination of seeds the activity of proteinases increases, and the activity of their inhibitors decreases. The weak side of this approach is associated with a change in the organoleptic indicators of finished products (the appearance of a bitter taste), as well as significant time costs for processing.

Thermal, acoustic and electromagnetic effects on activity of the enzymes in the oilseeds were analyzed [13–15]. In particular, when ripening sunflower seeds, the proven effect is the treatment with ultrasound and an electromagnetic field of different frequencies [13]. The results of the works are of interest [14, 15], But their object is the activity of hydrolases, in particular, lipases.

A definite solution of this problem is shown in [16], but its drawback lies in the fact that raw materials for the inactivation of protease inhibitors are treated with chemical reagents, the use of most of which is unacceptable in food technologies.

As can be seen from the review, the most profoundly studied inhibitors of soy proteinases [7, 10, 11, 16]. In particular, it has been shown that their presence in animal feeds causes growth retardation, pancreatic hypertrophy and an abnormally large lack of sulfur-containing amino acids.

Thus, the results of the analysis lead to the conclusion that there is no consensus on the possibility of reducing the activity of protease inhibitors in oilseeds. The choice of the most suitable technical solution for each individual object can be based on the results obtained in model systems under study. However, promising in terms of biochemical, technological and economic aspects is its processing in electromagnetic field of the low-frequency range [12–14].



**Methods of research and experimental part.** The following materials were used for research:

- sunflower seeds according to DSTU 7011:2009;
- flax seeds according to GOST 4967:2008;
- sesame seeds according to GOST 7012:2009;
- enzyme preparation *Distizym Protacid Extra* according to the current regulatory documentation.

The protein-fat base is a mixture of dried, shredded sunflower seeds –  $20 \pm 5$  %, flax –  $50 \pm 5$  % and sesame –  $30 \pm 5$  % of the mixture weight. The initial protein content of the base was determined by the Kjeldahl method.

The initial moisture content of the protein-fat base was corrected by moistening and determined thermogravimetrically. Pre-treatment with microwave radiation was carried out at a frequency of 2450 MHz. Then, all samples of the protein-fat base were dried to a moisture of 8 %.

The dried samples were subjected to enzymatic hydrolysis. The enzyme preparation *Distizym Protacid Extra* was used as a source of proteolytic enzymes (production *Erbsloeh Geisenheim AG*, Germany). Proteolytic activity of the preparation is due to the action of acid fungal peptidase, which destroys proteins to amino acids. The preparation is effective at temperature 50 – 58 °C, at pH 2,0 – 6,0. The activity of *Distizym Protacid Extra* is 350 units/ml.

The effectiveness of the pretreatment of the protein-fat base by microwave radiation (i.e., increasing the biological value) was evaluated by the amount of  $\alpha$ -amino nitrogen after enzymatic hydrolysis. Amine nitrogen is the nitrogen of free amine groups of amino acids and is determined by the method of form titration (the Sorensen method).

For the planning of the experiment and data processing, mathematical methods have been applied using the software packages *Microsoft Office Excel 2003 (USA)* and *Stat Soft Statistica v6.0 (USA)*. To study the dependence of the amine nitrogen content in the protein-fat base have been applied the three-level plan for the two-factor response function. The studies were carried out in triplicate. For a given degree of probability  $P = 95$  %, the relative error did not exceed 2 %.

**Research results.** Data on the effect of time of the protein-fat base preliminary processing with microwave radiation and its initial moisture on the content of amine nitrogen after enzymatic hydrolysis of the protein are shown in Fig. 1. It can be seen from the figure that the content of amine nitrogen increases from 2.1 % to 8.3 % after hydrolysis of the protein with an increase in the pretreatment time with microwave radiation from 100 seconds to 280 seconds and with initial moisture content of the raw material from 10 % to 12 %. This indicates a process of thermal denaturation of inhibitors of proteinases of moistened oilseeds when treated with ultrahigh-frequency radiation.

Attention is drawn to the fact that the content of amine nitrogen after enzymatic hydrolysis of the protein increases with the time of preliminary treatment with microwave radiation from 280 seconds to 360 seconds and with an increase in the initial moisture of the substrate from 12 % to 15 % decreases from 8.3% to 4.0 %. Obviously, this is due to the fact that under more stringent

processing conditions, irreversible denaturation of proteins occurs, which reduces their availability for proteinases.

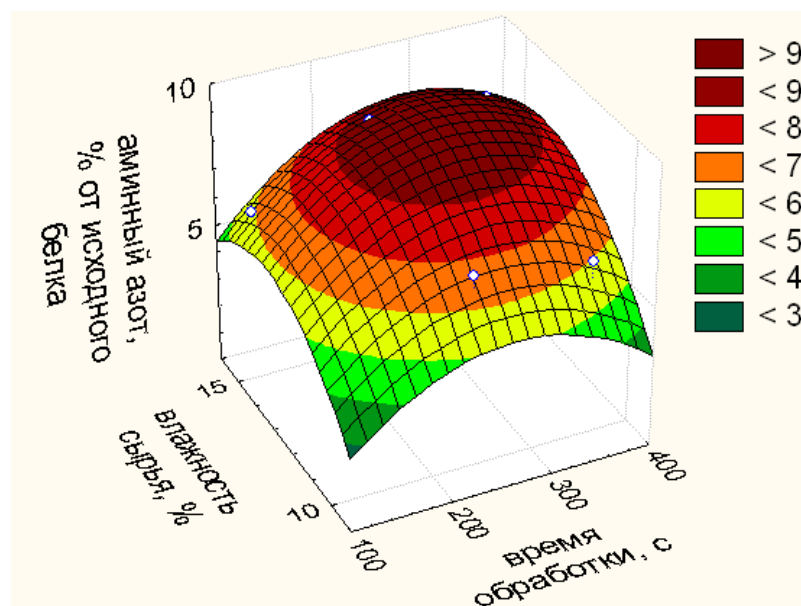


Figure 1 – Dependence of the content of amine nitrogen after enzymatic protein hydrolysis in the protein-fat base from the time of preliminary treatment with microwave radiation and the initial moisture content of the raw material

The regression equations, which are the dependence of amine nitrogen content after hydrolysis of protein in the base versus time of preliminary treatment with microwave radiation and initial moisture content of the raw material, have the form:

$$AN = -30,7821 + 0,0787 \cdot \tau + 4,4993 \cdot \omega - 0,0001 \cdot \tau^2 - 0,002 \cdot \tau \cdot \omega - 0,1538 \cdot \omega^2, \quad (1)$$

where  $AN$  – amine nitrogen content (*amine nitrogen*), % from the content of the original protein in the base;

$\tau$  – processing time of raw materials by microwave radiation, seconds;

$\omega$  – initial moisture of raw materials, %.

The verification of the coefficients significance, which has been carried out by the Student's test using three parallel experiments, has showed the significance of the coefficients presented in the polynomial (1). Based on the conducted experiments, the regression equation was calculated and tested for adequacy by the Fisher criterion (at significance level  $\alpha=0.05$ )

Based on the analysis of the equation (1) and the graphical dependence, optimal conditions for pretreatment of the protein-fat basis is: microwave treatment time 250 – 350 seconds and its hydration to the moisture content 12 – 14 %. This will increase the biological value of the protein-fat base, namely, increase the degree of digestion and digestibility of proteins in gastrointestinal tract.

### Conclusions.

1. The regularities of the influence of the time of preliminary treatment of the protein-fat base with microwave radiation and its initial moisture on the degree of subsequent enzymatic hydrolysis of the protein has been studied. This dependence is a quadratic function that predicts an increase in the content of amine nitrogen after hydrolysis of the protein with an increase in the time of pre-treatment with microwave radiation and the initial moisture content of the raw material to a certain limit (from 2.1 % to 8.3 %). Then, the content of amine nitrogen with increasing pre-treatment time with microwave radiation and with increasing initial moisture of the substrate again decreases (from 8.3 % to 4.0 %).

2. An optimum range of values of the selected factors of preliminary processing for the maximum possible increase in the biological value of the protein-fat basis has been established. The optimal pretreatment time for ultra-high-frequency radiation of the protein-fat basis is 250-350 seconds, the initial moisture content of the raw material is 12-14%. Obtaining narrower ranges is not guaranteed due to unstable plant raw materials.

### Bibliography

1. Mossor, G. (1984) Plant inhibitors of proteolytic enzymes. *Molecular Nutrition & Food Research*, Vol. 28, № 1. 93 – 112.
2. Соломинцев, М. В., Могильный М. П. (2009). Определение активности ингибиторов протеолитических ферментов в пищевых продуктах. *Известия ВУЗов. Пищевая технология*, № 1, 13–16.
3. Mezhlum'yan, L. G. Redina, E. F., Yuldashev, P. Kh. (1997) Functions of inhibitors of proteolytic enzymes in plants. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 33, № 1, 31– 35.
4. Медико-біологічна оцінка нетрадиційної продовольчої сировини і нових харчових продуктів: Методичні вказівки затв. Наказом МОЗ України (1997). *Київ*, № 204mp, 30.
5. Bochkarev, S., Papchenko, V., Matveeva, T., Belinska, A., Rudniev, V. (2016) Development of the protein-fatty base of the sugar confectionery for nutrition of the sportsmen. *Technology Audit And Production Reserves*, № 5/3 (31), 58–64.
6. Bochkarev, S., Matveeva, T., Krichkovska, L., Petrova, I., Petrov, S., Belinska, A. (2017) Research of the oilseeds ratio on the oxidative stability of the protein-fat base for sportsmen. *Technology Audit And Production Reserves*, № 2/3 (34), 8–12.
7. Yasothai, R. (2016) Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. *International Journal of Science, Environment and Technology*. Vol. 5, № 6, 3793–3797.
8. 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*, Vol. 199, 299–347.

9. Moyano Lopez, F. J., Martinez Diaz, I., Diaz Lopez, M., Alarcon Lopez, F. J. (1999) Inhibition of digestive proteases by vegetable meals in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 122, 327–332.

10. DiPietro, C. M., Liener Heat, I. E. (1989) Inactivation of the Kunitz and Bowman-Birk soybean protease inhibitors. *J. Agric. Food Chem*, № 37 (1), 39–44.

11. Andrade, J. C., Mandarino, J. M., Kurozawa, L. E., Ida, E. I. (2016) The effect of thermal treatment of whole soybean flour on the conversion of isoflavones and inactivation of trypsin inhibitors. *Food Chemistry, Vol. 194*, 1095–1101.

12. Москвич, И. А. (2003). Биохимическая характеристика ингибиторов протеиназ подсолнечника в связи с необходимостью повышения биологической ценности подсолнечного белка. *Краснодар*, 109.

13. Дубовой, Д. А. (2001). Испытания экспериментальной установки для сушки семян масличных культур с использованием СВЧ-нагрева. *Хранение и переработка сельхозсырья*, №5, 62–63.

14. Мустафаев, С. К. (2014). Влияние СВЧ-нагрева свежееубранных семян подсолнечника перед их конвективной сушкой на выход и качество масла. *Научный журнал КубГАУ*, №97, 985–996.

15. Губиев, Ю. К., Пунков, С. П., Еркинбаева, Р. К. (1995). Термообработка зерна микроволновым полем. *Пищевая технология*, № 1–2, 88–90.

16. Пустовой, Е. А. (2000). Влияние физико-химических способов воздействия на инактивацию антипитательных веществ, содержащихся в зернах сои. *Благовещенск*, 131.

17. Кале, Ш., Жудрие, Б., Гордон, Б. (1991). Растительный белок. – Москва, *Агропромиздат*, 684.

#### Bibliography (transliterated)

1. Mossor, G. (1984) Plant inhibitors of proteolytic enzymes. *Molecular Nutrition & Food Research, Vol. 28, № 1*. 93 – 112.

2. Solomintsev, M. V. Mogilnyiy, M. P. (2009) Opredelenie aktivnosti ingibitorov proteoliticheskikh fermentov v pischevyih produktah. *Izvestiya VUZov. Pischevaya tehnologiya*, № 1, 13–16.

3. Mezhlum'yan, L. G. Redina, E. F., Yuldashev, P. Kh. (1997) Functions of inhibitors of proteolytic enzymes in plants. *Chemistry of Natural Compounds, Vol. 33, № 1*, 31–35.

4. Mediko-biologichna otsinka netraditsiynoyi prodovolchoyi sirovini i novih harchovih produktiv: Metodichni vkazivki zatv. Nakazom MOZ Ukrayini (1997). *Kiyiv*, № 204tr, 30.

5. Bochkarev, S., Papchenko, V., Matveeva, T., Belinska, A., Rudniev, V. (2016) Development of the protein-fatty base of the sugar confectionery for

nutrition of the sportsmen. *Technology Audit And Production Reserves*, № 5/3 (31), 58–64.

6. Bochkarev, S., Matveeva, T., Krichkovska, L., Petrova, I., Petrov, S., Belinska, A. (2017) Research of the oilseeds ratio on the oxidative stability of the protein-fat base for sportsmen. *Technology Audit And Production Reserves*, № 2/3 (34), 8–12.

7. Yasothai, R. (2016) Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. *International Journal of Science, Environment and Technology*. Vol. 5, № 6, 3793–3797.

8. 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*, Vol. 199, 299–347.

9. Moyano Lopez, F. J., Martinez Diaz, I., Diaz Lopez, M., Alarcon Lopez, F. J. (1999) Inhibition of digestive proteases by vegetable meals in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 122, 327–332.

10. DiPietro, C. M., Liener Heat, I. E. (1989) Inactivation of the Kunitz and Bowman-Birk soybean protease inhibitors. *J. Agric. Food Chem*, № 37 (1), 39–44.

11. Andrade, J. C., Mandarino, J. M., Kurozawa, L. E., Ida, E. I. (2016) The effect of thermal treatment of whole soybean flour on the conversion of isoflavones and inactivation of trypsin inhibitors. *Food Chemistry*, Vol. 194, 1095–1101.

12. Moskvich, I. A. (2003) Biohimicheskaya harakteristika ingibitorov proteinaz podsolnechnika v svyazi s neobhodimostyu povyisheniya biologicheskoy tsennosti podsolnechnogo belka. *Krasnodar*, 109.

13. Dubovoy, D. A. (2001) Ispytaniya eksperimentalnoy ustanovki dlya sushki semyan maslichnyih kultur s ispolzovaniem SVCh-nagreva. *Hranenie i pererabotka selhozsyirya*, №5, 62–63.

14. Mustafaev S. K. (2014) Vliyanie SVCh-nagreva svezheubrannyih semyan podsolnechnika pered ih konvektivnoy sushkoy na vyihod i kachestvo masla. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*, №97, 985–996.

15. Gubiev, Yu. K., Punkov, S. P., Erkinbaeva, R. K. (195) Termoobrabotka zerna mikrovolnovym polem. *Pischevaya tehnologiya*, № 1–2, 88–90.

16. Pustovoy, E. A. (2000) Vliyanie fiziko-himicheskikh sposobov vozdeystviya na inaktivatsiyu antipitatelnyih veschestv, sodержaschihsya v zernah soi. *Blagoveschensk*, 131.

17. Kale, Sh., Zhudrie B., Gordon B. (1991) Rastitelnyy belok. *Moskva, Agropromizdat*, 684.

## **БІЛКОВО-ЖИРОВА ОСНОВА ДЛЯ ХАРЧУВАННЯ СПОРТСМЕНІВ ЯК ІНГРЕДІЄНТ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ**

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

**С.В. БОЧКАРЕВ**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

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

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

*В статті подано інформацію щодо розробки спеціалізованої білково-жирової суміші, 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 суміші у виробництві цукерок з метою підвищення їх біологічної цінності, зниження калорійності і подовження строків придатності.*

**Ключові слова:** олії, олійне насіння, 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 основи 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 основи 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 основи спеціального призначення 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	ляльному
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:

$$Y_1(x_1, x_2, x_3) = 1,934 \cdot x_1 + 1,709 \cdot x_2 + 1,676 \cdot x_3 - 0,025 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,219 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,032 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (1)$$

$$Y_2(x_1, x_2, x_3) = 1,254 \cdot x_1 + 1,51 \cdot x_2 + 1,582 \cdot x_3 - 0,046 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,163 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,055 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (2)$$

$$Y_3(x_1, x_2, x_3) = 0,648 \cdot x_1 + 0,884 \cdot x_2 + 0,944 \cdot x_3 - 0,043 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,147 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,047 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (3)$$

$$Y_4(x_1, x_2, x_3) = 336,89 \cdot x_1 + 296,94 \cdot x_2 + 653,34 \cdot x_3 - 12,23 \cdot x_1 \cdot x_2 - 19,11 \cdot x_1 \cdot x_3 - 18,34 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (4)$$

де  $x_1$  – вміст соняшникового насіння в суміші, % об.;

$x_2$  – вміст кунжутного насіння в суміші, % об.;

$x_3$  – вміст ляльного насіння в суміші, % об.;

$Y_1$  – співвідношення Leu/Ile;

$Y_2$  – співвідношення Leu/Val;

$Y_3$  – співвідношення Ile/Val;

$Y_4$  – вміст Trp.

За результатами обробки системи рівнянь (1–4) визначено діапазон співвідношень обраного олійного насіння в їх суміші: соняшникове -  $20 \pm 5$  % об., ляльне -  $50 \pm 5$  % 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	ляльне
ліноленова ( $\omega$ -3)	31,8	19,6	21,3
лінолева ( $\omega$ -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 : ізолеїцин : 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 соняшникового насіння в суміші, % об.;  
 $x_2$  – вміст кунжутного насіння в суміші, % об.;  
 $x_3$  – вміст лляного насіння в суміші, % об.;  
 $Y_5$  – співвідношення  $\omega$ -6 :  $\omega$ -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 суміші насіння білково-жирової основи 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 ( $\omega$ -6)	16,5
ліноленова ( $\omega$ -3)	11,3
Вміст жиру, %	45,69

На третьому етапі визначено олію, яку має містити білково-жирова основа 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  $\omega$ -3 жирної кислоти – ліноленової, що дозволяє одержати збалансований за ПНЖК продукт, а також антиоксидант  $\gamma$ -токоферол. Соняшnikова 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.

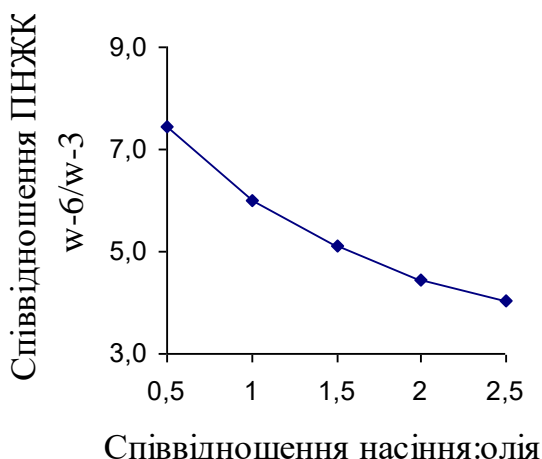


Рисунок 1 - Залежність величини співвідношення ПНЖК  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 від співвідношення суміш насіння : купажована олія.

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.

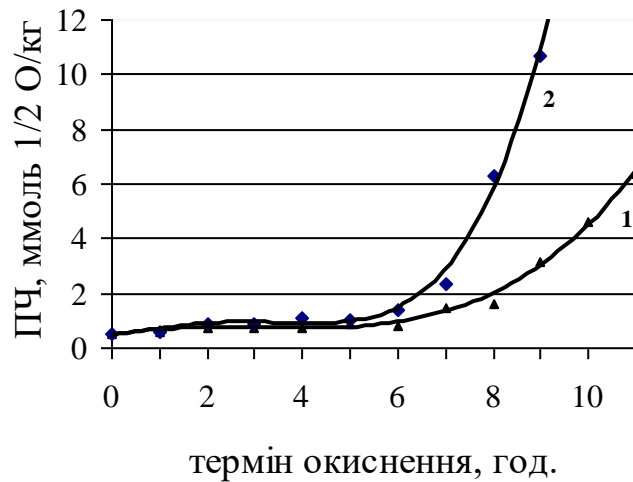
Отже на основі проведених досліджень запропонована білково-жирова основа, яка містить наступні компоненти: подрібнене насіння соняшнику -  $12 \pm 2$  % об., подрібнене насіння кунжуту -  $18 \pm 2$  % об., подрібнене насіння льону -  $30 \pm 2$  % об., соєвої олії -  $20 \pm 2$  % об., соняшnikової 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 основою 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 соняшnikового насіння з соняшnikовою олією.

Співвідношення між жировими та білковими компонентами у зразках кондитерських мас збережено. Результати досліджень наведено на рис. 2.



1 – кондитерська маса, збагачена білково-жировим продуктом; 2 – контрольний зразок кондитерської маси

Рисунок 2 – Динаміка прискореного окиснення

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 основи, 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 основа – 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 основою обрано кремову 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 основи 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 А23G3/48, А23G3/34 / Калугина І. М., Іоргачова 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> А23G3 / 00, А23L1 / 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>

20. Способ производства массы для сахаристых кондитерских изделий на жировой основе [Электронный ресурс]: Пат. 2097977, Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> А23G3/00, А23G1/00 / 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](https://doi.org/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 prirodnogo 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 vidakh 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. Karнаushenko, 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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.

## РОЗРОБКА 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

*За амінокислотним складом білок пшеничного або житнього борошна є далеким від білку, який прийнято за еталон. В білку борошна пшениці з восьми незамінних амінокислот для дорослої людини шість є лімітованими, зокрема такі важливі як сірковмісні – метіонін та цистин, – та, як і в інших зернових культурах, – лізин. Враховуючи те, що хліб та хлібобулочні вироби є складовими щоденного харчового раціону кожної людини, борошно є перспективним продуктом для збагачення есенціальними інгредієнтами. В роботі із застосуванням математичних методів моделювання розроблено низку борошняних комбінованих систем із удосконаленим амінокислотним складом на основі борошна пшеничного та олієвмісної сировини, зокрема шротів сої та льону. Встановлено співвідношення компонентів у композиції шротів олійних культур, а саме – лляний шрот:соевий шрот = 68:32 при якому амінокислотний склад білку буде максимально наближеним до еталонного. З'ясовано, що додавання до борошна від 10 до 20 % цієї композиції дає змогу одержати комбіновану систему з амінокислотним складом, максимально наближеним до формули білка, прийнятого за еталон. Визначено біологічну цінність білків змодельованих систем.*

**Ключові слова:** олієвмісна сировина, олійні культури, шрот, амінокислоти, СКОР борошняні комбіновані системи, моделювання

**Постановка проблеми.** Основним фактором, який забезпечує та покращує здоров'я людини є її харчування. У повноцінному харчуванні кожної людини повинні постійно бути присутніми білки – основне джерело незамінних амінокислот. Нестача білків у раціоні може призвести до зниження захисних властивостей організму, порушення процесів травлення, кровотворення, діяльності центральної нервової системи.

В останні десятиліття у харчуванні населення відзначається дефіцит повноцінних білків, мінеральних речовин та вітамінів, поліненасичених жирних кислот, особливо  $\omega$ -3, харчових волокон, антиоксидантів, окремих олігоцукорів. А тому сучасні тенденції формування здорового раціону харчування диктують необхідність створення нових продуктів із підвищеною біологічною та фізіологічною цінністю. Найбільш підходящими об'єктами модифікації є продукти масового споживання, наприклад хліб і хлібобулочні вироби, які становлять значну частку в харчуванні населення багатьох країн

світу. В асортименті хлібобулочних виробів у нашій країні найбільшу питому вагу займають види продукції з борошна пшеничного вищого ґатунку, що з точки зору здорового харчування є негативним показником, адже такі вироби мають низький уміст лізину. Низький уміст лізину у пшеничному хлібі, може не викликати занепокоєння, якщо в харчовому раціоні в достатній кількості присутні продукти багаті на лізин, а саме молочні продукти, м'ясо, риба. Однак, коли в харчуванні підвищується питома вага хліба та інших зернових продуктів, то питання про способи підвищення умісту лізину в хлібі набуває дуже важливого значення. При розробці хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності як джерело есенціальних макро- та мікронутрієнтів можна використовувати різні інгредієнти, які є нетрадиційними для хлібопечення. Перспективним джерелом збагачення хлібобулочних виробів білком може бути сировина, яка одержана як побічний продукт під час виробництва основного продукту. До такої сировини відносяться вторинні продукти виробництва олій – макуха і харчовий шрот, зокрема конопляний [1], або гарбузового насіння [2], мигдалю [3], амаранту [4-6] або їх сумішей, наприклад, насіння льону, гарбуза, соняшнику, кунжуту [7]. Підвищений, порівняно з пшеничним борошном, уміст та біологічна цінність білка в макухах та шротах олійних культур дає можливість застосування останніх у хлібопеченні для підвищення харчової цінності борошна, і як наслідок – хліба. Сьогодні використання шротів і макухи, незважаючи на їх високу біологічну та харчову цінність, не можна назвати раціональним, оскільки лише 15% – переробляється з метою подальшого використання у різних харчових продуктах. Отже, вирішення завдання отримання збалансованих за амінокислотним складом борошняних комбінованих систем на основі пшеничного борошна та вторинних продуктів переробки – шротів та макухи олійних культур є доцільним та актуальним.

**Мета і основні задачі дослідження.** Мета роботи – є наукове обґрунтування проектування борошняних комбінованих систем з підвищеним умістом білку, з поліпшеним амінокислотним складом на основі борошна та вторинних продуктів переробки олійного насіння – шротів насіння льону та сої

Для досягнення зазначеної мети роботи необхідно виконати наступні задачі:

- обґрунтовано обрати та встановити біологічну цінність вихідної сировини;

- змодельовати з використанням математичних методів композиції на основі вторинних продуктів переробки вітчизняного олійного насіння з заданим вмістом білку та амінокислотним складом. Встановити її біологічну цінність;

- змодельовати з використанням математичних методів борошняні комбіновані системи для подальшого використання в технологіях борошняних виробів. Встановити її біологічну цінність.

**Результати роботи.** Основний компонент рецептури хлібу або хлібобулочного виробу є борошно. Аналіз амінокислотного складу білка

борошна пшеничного свідчить про нестачу у ньому певних амінокислот, особливо – лізину (2,10 г/100г) та сірковмісних амінокислоти – метіонін+цистин (1,5 г/100г). Серед різних натуральних продуктів особливої уваги, зважаючи на високий вміст лізину, заслуговує соєве борошно.

Таблиця 1 – Амінокислотний склад та біологічна цінність білків

АК	Шкала АК за ФАО/ВООЗ	Шрот лляний харчовий		Шрот соєвий харчовий		Борошно пшеничне	
		АК, г/100г	СКОР, %	АК, г/100г	СКОР, %	АК, г/100г	СКОР, %
Валін	5,00	3,79	75,80	4,82	96,40	4,10	82,00
Ізолейцин	4,00	3,25	81,25	4,63	115,75	3,70	92,50
Лейцин	7,00	6,89	98,43	7,32	104,57	7,00	100,00
Лізін	<b>5,50</b>	<b>4,49</b>	<b>81,64</b>	<b>6,09</b>	<b>110,73</b>	<b>2,10</b>	<b>38,18</b>
Метіонін+ цистин	<b>3,50</b>	<b>3,5</b>	<b>100,00</b>	<b>2,79</b>	<b>79,71</b>	<b>1,50</b>	<b>42,86</b>
Треонін	4,00	4,09	102,25	3,64	91,00	2,72	68,00
Триптофан	1,00	2,39	239,00	1,35	135,00	1,10	110,00
Фенілаланін+ тірозин	6,00	7,7	128,33	7,61	126,83	7,30	121,67
Σ	36,00	36,63	101,75	38,58	107,17	29,52	82,00

Білок соєвого шроту порівняно з борошном пшеничним характеризується вищим умістом лізину (6,09 проти 2,10 г/100 г), що є вищим більш ніж в 2 рази. Білки шроту сої мають досконаліший за білки борошна амінокислотний склад. Сумарний уміст незамінних амінокислот у білку соєвого шроту є вищим, ніж у білку борошна пшеничного: 38,58 проти 29,52 г/100 г. Водночас білок соєвого шроту характеризуються нестачею сірковмісних амінокислот (2,79 г/100 г, що становить 79,71% від еталонного білку). Компенсувати нестачу таких есенціальних кислот у соєвому шроті можна за допомогою додавання шрот льону, оскільки уміст суми метіонін+цистин досягає 3,5 г/100 г (проти 2,79 г/100 г для соєвого шроту). Компенсувати нестачу амінокислот і максимально наблизити їх уміст до показників еталонного білка можна за допомогою методу моделювання композицій із шротів.

Задачу моделювання композиції соєвого та лляного шротів з удосконаленням амінокислотним складом можна вирішити, використовуючи дані умісту амінокислот еталонного білка та лімітованих амінокислот у білках шротів льону (це є лізін, адже СКОР становить 81,64%) та сої (це є сума сірковмісних амінокислот, адже СКОР становить 79,71%) за допомогою системи двох рівнянь:

$$\begin{cases} C_{Lys} = 4,49 \cdot c_{sf} + 6,09 \cdot c_{sb} \\ C_{Met+Cys} = 3,5 \cdot c_{sf} + 2,79 \cdot c_{sb} \end{cases} \quad (1)$$

де  $C_{Lys}$  – уміст лізину в білку композиції шротів, що прирівнюється до вмісту лізину в еталонному білку (5,50 г/100 г);  $C_{Met+Cys}$  – уміст суми метіоніну і цистину в білку композиції шротів, що прирівнюється до вмісту суми метіоніну і цистину в еталонному білку (3,50 г/100 г).

Розв'язавши систему рівнянь (1), визначаємо масову частку білків лляного та соєвого шротів у композиції шротів поліпшеного амінокислотного складу, наближеного до амінокислотного складу еталонного білка за рахунок підвищення вмісту лізину, метіоніну+цистину. Відповідно масова частка білка шроту лляного в композиції шротів становить 0,6, а білка шроту соєвого — 0,4.

На основі аналізу даних, представлених у табл. 1 складено відповідні рівняння (2) – (7), за якими розраховано склад незамінних амінокислот в обґрунтованій композиції шротів:

$$C_{Val} = 3,79 \cdot c_{sf} + 4,82 \cdot c_{sb}, \quad (2)$$

$$C_{Ile} = 3,25 \cdot c_{sf} + 4,63 \cdot c_{sb}, \quad (3)$$

$$C_{Leu} = 6,89 \cdot c_{sf} + 7,32 \cdot c_{sb}, \quad (4)$$

$$C_{Tre} = 4,09 \cdot c_{sf} + 3,64 \cdot c_{sb}, \quad (5)$$

$$C_{Trp} = 2,39 \cdot c_{sf} + 1,35 \cdot c_{sb}, \quad (6)$$

$$C_{Tyr+Phe} = 7,7 \cdot c_{sf} + 7,61 \cdot c_{sb}, \quad (7)$$

де  $C_{Val}$  – уміст валіну в білку композиції шротів;  $C_{Ile}$  – уміст ізолейцину в білку композиції шротів;  $C_{Leu}$  – уміст лейцину в білку композиції шротів;  $C_{Tre}$  – уміст треоніну в білку композиції шротів;  $C_{Trp}$  – уміст триптофану в білку композиції шротів;  $C_{Tyr+Phe}$  – уміст суми фенілаланіну і тірозину в білку композиції шротів.

За формулами (2)–(7) обчислено вміст і СКОР незамінних амінокислот білка композиції лляного та соєвого шротів, результати наведено в табл. 2.



Таблиця 2 – Амінокислотний склад та біологічна цінність білка композиції лляного та соєвого шротів

Незамінні амінокислоти	Вміст, г/100 г	СКОР, %
1	2	3
Валін	4,20	84,04
Ізолейцин	3,80	95,05
Лейцин	7,06	100,89
Лізин	<b>5,13</b>	<b>93,27</b>
Метіонін+цистін	<b>3,22</b>	<b>91,89</b>
Треонін	3,91	97,75
Триптофан	1,97	197,40
Фенілаланін+тірозин	7,66	127,73
Сума незамінних амінокислот	36,96	102,67

За даними табл. 2, у композиції збільшився сумарний вміст незамінних амінокислот порівняно із шротом льону (36,96 проти 36,63 г/100 г). Однак для оцінки фізіологічної цінності важливим є не тільки сумарний вміст незамінних амінокислот, а й біологічна цінність білка, що визначається за величиною СКОРа. Порівняння амінокислотного СКОРа композиції шротів та еталонного білка свідчить, що за такими амінокислотами, як ізолейцин, лейцин, треонін, лізин сумою сірковмісних (метіонін+цистин), він максимально наближається до еталонного. За такими амінокислотами, як триптофан та сума фенілаланіна з тирозином, СКОР вищий еталонного в 1,97 та 1,27 рази, відповідно.

Виходячи з того, що 100 г лляного шроту містить 32,6 г білка, а 100 г соєвого шроту — 47,0 г, для одержання композиції лляного та соєвого шротів удосконаленого амінокислотного складу раціональне їх співвідношення становить 2,16:1 або у відсотках — 68:32 %. За дотримання таких пропорцій, амінокислотний склад білка суміші шротів є максимально наближеним до еталонного. Одержану композицію шротів використано для розробки борошняних комбінованих систем підвищеної біологічної цінності на основі борошна пшеничного.

Співвідношення компонентів борошняних комбінованих систем на основі борошна пшеничного і композиції лляного та соєвого шротів з удосконаленим амінокислотним складом обґрунтовано на основі технологічних особливостей борошна пшеничного та його сумішей згідно з відповідними дослідженнями [1-8]. Результати розрахунків наведено в табл. 3.

Задля визначення і аналізу біологічної цінності борошняних комбінованих систем розраховано амінокислотний СКОР їх білків. Результати розрахунку наведено в табл. 4.

Порівняння СКОРа окремих амінокислот у білку борошняних

комбінованих систем за умови внесення 10 – 20% композиції шротів до борошна пшеничного (табл. 4) із СКОРом незамінних амінокислот білка борошна пшеничного (табл. 1), свідчить про відсутність суттєвої диспропорції між незамінними амінокислотами. Амінокислотний СКОР валіну, ізолейцину, лізину, метіоніну+цистину та треоніну борошняних комбінованих систем і борошна пшеничного залишається меншим за 100% і таких амінокислот бракуватиме у продуктах, виготовлених на основі розроблених борошняних комбінованих систем. Але порівняно з борошном пшеничним уміст таких амінокислот підвищився і становить відповідно: 53,96 – 64,33% (лізину), 56,93 – 66,18% (метіоніну+цистину), 76,52 – 82,12% (треоніну). СКОР валіну, ізолейцину та лейцину залишається доволі високим і становить 82,57 – 82,95%, 93,22 – 93,69% та 100,25 – 100,41% відповідно.

Таблиця 3 – Амінокислотний склад білків борошняних комбінованих систем

Показник	Співвідношення компонентів (композиція шротів/борошно пшеничне), %										
	10/90	11/89	12/88	13/87	14/86	15/85	16/84	17/83	18/82	19/81	20/80
Незамінні амінокислоти:	Вміст амінокислот, г/100г										
Валін	4,13	4,13	4,13	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,15
Ізолейцин	3,73	3,73	3,73	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,75	3,75
Лейцин	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,03	7,03	7,03	7,03
Лізін	<b>2,97</b>	<b>3,04</b>	<b>3,10</b>	<b>3,16</b>	<b>3,22</b>	<b>3,28</b>	<b>3,34</b>	<b>3,39</b>	<b>3,44</b>	<b>3,49</b>	<b>3,54</b>
Метіонін+цистин	<b>1,99</b>	<b>2,03</b>	<b>2,07</b>	<b>2,10</b>	<b>2,14</b>	<b>2,17</b>	<b>2,20</b>	<b>2,23</b>	<b>2,25</b>	<b>2,29</b>	<b>2,32</b>
Треонін	3,06	3,09	3,11	3,14	3,16	3,18	3,21	3,23	3,25	3,27	3,28
Триптофан	1,35	1,37	1,39	1,40	1,42	1,44	1,45	1,47	1,48	1,50	1,51
Фенілаланін+тірозин	7,40	7,41	7,42	7,43	7,43	7,44	7,45	7,45	7,46	7,47	7,47
Сума незамінних амінокислот	31,65	31,81	31,97	32,12	32,27	32,41	32,55	32,68	32,81	32,93	33,05
Білок	Вміст білку, %										
	12,99	13,26	13,53	13,80	14,07	14,34	14,61	14,87	15,14	15,41	15,68

Таблиця 4 – Амінокислотний скор білків борошняних комбінованих систем

Співвідношення компонентів композиція шротів/борошно пшеничне), %	Скор незамінних амінокислот, %							
	валін	ізолейцин	лейцин	лізин	метіонін+цистин	треонін	триптофан	фенілаланін+тірозин
10/90	82,57	93,22	100,25	<b>53,96</b>	<b>56,93</b>	76,52	134,92	123,39
11/89	82,62	93,27	100,26	<b>55,19</b>	<b>58,03</b>	77,18	136,85	123,52
12/88	82,66	93,33	100,28	<b>56,36</b>	<b>59,08</b>	77,82	138,71	123,65
13/87	82,70	93,38	100,30	<b>57,50</b>	<b>60,09</b>	78,43	140,50	123,77
14/86	82,74	93,43	100,32	<b>58,58</b>	<b>61,06</b>	79,02	142,22	123,89
15/85	82,78	93,47	100,33	<b>59,63</b>	<b>61,99</b>	79,58	143,87	124,00
16/84	82,82	93,52	100,35	<b>60,64</b>	<b>62,89</b>	80,13	145,46	124,11
17/83	82,85	93,56	100,36	<b>61,61</b>	<b>63,76</b>	80,65	147,00	124,22
18/82	82,88	93,61	100,38	<b>62,55</b>	<b>64,59</b>	81,16	148,48	124,32
19/81	82,92	93,65	100,39	<b>63,45</b>	<b>65,40</b>	81,65	149,91	124,42
20/80	82,95	93,69	100,41	<b>64,33</b>	<b>66,18</b>	82,12	151,29	124,51

Спостерігається перевищення СКОРу фенілаланіну (123,39–124,51%) і триптофану (134,92–151,29%). Порівняння амінокислотних СКОРів харчових систем, наведених в табл. 3, свідчить, що найбільшу біологічну цінність має рецептура, з умістом 20% композиції шротів і 80% борошна пшеничного. У такій харчовій системі СКОР лімітованих амінокислот – лізину та сірковмісних (метіоніну і цистину) – максимально наближається до еталонного і становить 64,33% та 66,18%. Тобто розроблені системи мають вищу біологічну цінність порівняно з борошном пшеничним. Слід відзначити, що технологічні особливості борошна пшеничного згідно [1 – 8] унеможливають збільшення вмісту композиції шротів олійних культур у борошняних комбінованих системах для додаткового підвищення їх біологічної цінності.

**Висновки.** Експериментально досліджено амінокислотний склад білків борошна пшеничного, лляного та соєвого шроту. Визначено, що у білку борошна пшеничного лімітованими амінокислотами є лізин (СКОР 38,18%) та сірковмісні — метіонін і цистин (СКОР 42,86%). Визначено, що білок шроту льону містить високу кількість лізину порівняно з білком борошна пшеничного (СКОР 81,64% проти 38,18%) та метіонін+цистин (СКОР 100,00% проти 42,86%), але порівняно із шротом сої вміст лізину залишається обмеженим (СКОР 81,64% проти 110,73%), а вміст сірковмісних амінокислот (метіонін + цистин) – високим (СКОР 100,00% проти 79,71%). Встановлено, що в білку шроту соєвого лімітованими залишаються лише сірковмісні амінокислоти – метіонін та цистин (СКОР 79,71%). Визначено, що білок суміші лляного та соєвого шротів може мати амінокислотний склад, максимально наближений до ідеального білка. Розроблено композицію

ляного та соєвого шротів, амінокислотний склад білка якої максимально наближений до еталонного. Співвідношення компонентів у композиції таке: лляний шрот: соєвий шрот = 68 : 32. Поєднання шротів у такому співвідношенні із борошном пшеничним зменшує дефіцит амінокислот білка одержаних систем. Розроблено харчові системи з удосконаленим амінокислотним складом і, відповідно, — підвищеною біологічною цінністю — порівняно з борошном пшеничним. Уміст борошна в них становить 90 – 80%, уміст композиції шротів – 10 – 20%. Досліджено амінокислотний склад і біологічну цінність кожної з одержаних борошняних комбінованих систем.

### Література

1. 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>
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. [doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908)
3. Radhika Theagarajan, Lavanya Malur Narayanaswamy, Sayantani Dutta, Jeyan A. Moses, Anandharamakrishnan Chinnaswamy Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. // *International Journal of Food Science and Technology*, 2019. – V. 54, Is. 4. – P. 1299-1305. [doi.org/10.1111/ijfs.14119](https://doi.org/10.1111/ijfs.14119)
4. Шидакова-Каменюка О. Г., Новік Г. В., Касабова К. Р., Кравченко О. І. Перспективи використання шротів горіхової сировини для збагачення борошняних кондитерських виробів // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. - Харків: ХДУХТ, 2015. - Вип. 2 (22). - С. 69-81.
5. 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](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.028).
6. 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](https://doi.org/10.1111/ijfs.13838).
7. 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.

8. 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

#### Bibliography (transliterated)

1. 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>

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. Kharkiv: PC «Technology center», 5/11 (101), 6-14. doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178908

3. Radhika, Theagarajan, Lavanya, Malur Narayanaswamy, Sayantani, Dutta, Jeyan, A. Moses, Anandharamakrishnan, Chinnaswamy. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. International Journal of Food Science and Technology, 54, 4. 1299-1305. doi.org/10.1111/ijfs.14119

4. Shidakova-Kamenyuka, O. G, Novik, G. V, Kasabova, K. R, Kravchenko, O. I. (2015). Prospects for the use of nuts raw materials for the enrichment of flour confectionery. Progressive technology and technology of food production in the restaurant industry and trade. Kharkiv: Kharkiv State University of Food Technologies, 2 (22), 69-81.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ ОЛИВКОВОЇ ОЛІЇ МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СКАНУЮЧОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ

**Н.С. СИТНИК**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;  
**В.С. МАЗАЄВА**, 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 представлено результати досліджень процесів плавлення та кристалізації двох зразків оливкової олії методом диференційної скануючої калориметрії. Термічну поведінку зразків визначено шляхом моніторингу температур фазових переходів під час нагрівання та охолодження. Проведено порівняльну оцінку одержаних даних для двох дослідних зразків оливкової олії. Сформульовано висновки щодо використання одержаних даних в олієжировій галузі.*

**Ключові слова:** *оливкова олія, диференційна скануюча калориметрія, процес плавлення, процес кристалізації, фазові переходи*

**Вступ.** Олієжирова галузь виробляє широкий асортимент харчових олій, серед яких значну питому вагу займають рослинні олії, що представляють собою суміш триацилгліцеролів жирних кислот і супутніх їм речовин. Рослинні олії є найважливішими компонентами харчового раціону людини: вони забезпечують організм незамінними поліненасиченими жирними кислотами, фосфоліпідами, вітамінами та іншими біологічно активними компонентами.

В даний час на ринку є безліч різновидів рослинних олій, з яких найбільш затребуваними є соняшникова, оливкова і ріпакова. У торговельному асортименті також присутні кукурудзяна, лляна, гарбузова, гірчична та ін. олії. Розширення номенклатури рослинних олій обумовлює посилення ринкової конкуренції. Як наслідок, можна прогнозувати підвищення уваги до всіх аспектів якості цього продукту [1].

Оливкова олія займає важливе місце у раціоні харчування, переважно оздоровчого та функціонального призначення.

Оливкова олія – рослинний продукт, отриманий шляхом віджиму чи екстракції м'якоті плодів вічнозеленої оливи європейської, що росте, в основному, в країнах Середземномор'я [2]. Її хімічний склад складається з основних і другорядних компонентів. Основні компоненти, що включають триацилгліцероли, становлять більше 98% загальної маси олії. Незначні компоненти, які становлять близько 2% від загальної маси олії, включають понад 230 хімічних сполук, наприклад: аліфатичні і тритерпенові спирти,

стерини, вуглеводні, леткі сполуки та антиоксиданти. Основними антиоксидантами оливкової олії є каротини та фенольні сполуки, включаючи ліпофільні та гідрофільні феноли. Хоча ліпофільні феноли, серед яких токоферолі, можуть бути знайдені в інших рослинних оліях, деякі гідрофільні сполуки оливкової олії холодного пресування зазвичай не присутні в інших оліях і жирах. Більш того, гідрофільні феноли утворюють групу вторинних рослинних метаболітів, які виявляють своєрідні сенсорні та харчові властивості [3].

Оливкова олія першого віджиму має унікальні хімічні характеристики серед усіх інших рослинних олій, які мають першорядне значення для здоров'я людини. Компоненти олії першого віджиму також відповідають за її специфічний смак. Смак олії першого віджиму залежить насамперед від концентрації та природи летких і фенольних сполук, присутніх в оливковій олії, які можуть різко змінюватися залежно від агрономічних та технологічних факторів [4].

Фенольні сполуки в оливковій олії виявляють антиоксидантну дію. Оливкова олія позитивно впливає на здоров'я кісток. Тирозол і гідротирозол впливають на втрату кісткової тканини в організмі. Дослідження показали, що оливкова олія першого віджиму також впливає на біомеханічні параметри кістки. Її компоненти мають антиоксидантні та протизапальні властивості. Таким чином, оливкова олія сприяє запобіганню остеопорозу [5].

Оливкова олія представляє інтерес як у самотійному вигляді, так і у вигляді складової харчових продуктів, наприклад, соусів, сумішей олій, продуктів оздоровчого та функціонального направлення. Отже, є доцільним вивчення властивостей оливкової олії, які дозволять встановлювати її якість, більш ефективно та оперативно розробляти нові та коригувати існуючі рецептури продукції, що містить оливкову олію.

Поряд із жирнокислотним та триацилгліцерольним складом, які обумовлюють властивості олій та жирів, важливе значення мають температури плавлення та кристалізації. Зокрема, ці параметри є вирішальними під час підбору рецептурних компонентів продукції з певною консистенцією та структурно-механічними характеристиками [6].

У випадку рідких олій ці значення можуть служити для оцінки компонентів суміші в цілому, що дозволить прогнозувати властивості кінцевого продукту.

Крім того, параметри плавлення та кристалізації також є характерними та надійними параметрами ідентифікації багатьох олій та жирів.

Перспективним та багатофункціональним методом досліджень є диференційна скануюча калориметрія (ДСК) – метод, заснований на вимірюванні різниці теплових потоків, що ідуть від зразка, якій досліджується, і зразка порівняння. Отримана інформація дозволяє визначати характер процесів, що відбуваються, і характеризувати властивості випробуваного матеріалу.

ДСК дозволяє виміряти характеристичні температури і кількість теплоти, що виділяється або поглинається під час теплофізичних процесів

або хімічних реакцій, що відбуваються в зразках твердих тіл і рідин при їх контрольованому нагріванні чи охолодженні [7].

Таким чином, для вивчення процесів плавлення та кристалізації оливкової олії доцільним є використання методу диференційної скануючої калориметрії, який дозволить оперативно відстежити поведінку зразка в широкому інтервалі температур.

**Мета дослідження** – дослідження параметрів плавлення та кристалізації оливкової олії методом диференційної скануючої калориметрії (ДСК).

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- провести дослідження експериментальних зразків оливкової олії методом ДСК;
- визначити температурні характеристики фазових переходів в зразках оливкової олії.

#### Результати досліджень.

Для дослідження були взяті два різних зразки оливкової олії. Процес плавлення визначали в інтервалі температур від  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+2^{\circ}\text{C}$ , процес кристалізації – від  $+20^{\circ}\text{C}$  до  $-70^{\circ}\text{C}$  на приладі ДСК Q20 TA Instruments. Швидкість нагрівання (охолодження) складала  $7,5^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$ , маса наважки - не більше 10 мг. Для кожного зразка оливкової олії були отримані діаграми ДСК. На рис. 1 показано діаграму ДСК для оливкової олії першого зразка.

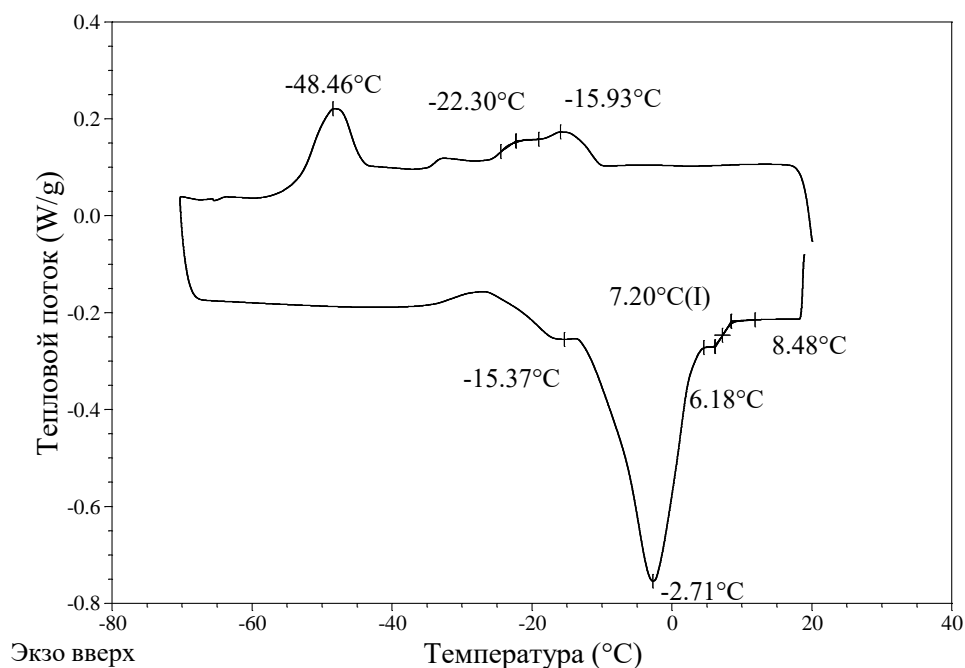


Рисунок 1 - Діаграма ДСК для оливкової олії (перший зразок)

На діаграмі ДСК (рис. 1) крива процесу плавлення знаходиться знизу (ендотермічний процес), крива кристалізації – зверху (екзотермічний процес). На кривій плавлення знаходиться три піки: перший пік в інтервалі температур від  $-26^{\circ}\text{C}$  до  $-13^{\circ}\text{C}$ , другий пік – від  $-13^{\circ}\text{C}$  до  $+3^{\circ}\text{C}$ , третій пік –



від  $+3^{\circ}\text{C}$  до  $+9^{\circ}\text{C}$ . На кривій кристалізації знаходиться два окремих піка: перший в інтервалі температур від  $-9^{\circ}\text{C}$  до  $-28^{\circ}\text{C}$ , другий – від  $-42^{\circ}\text{C}$  до  $-58^{\circ}\text{C}$ .

В процесі плавлення при температурі  $-30^{\circ}\text{C}$  відбуваються перші зміни в кристалах олії. Подальше нагрівання зразку до температури  $-2^{\circ}\text{C}$  призводить до руйнування кристалів з утворенням бластерів. Подальше нагрівання руйнує бластери на окремі кристали з подальшим їх руйнуванням до рідкого стану. На діаграмах ДСК цей процес відображається у вигляді піків з конкретними температурами та теплою, яка поглинається під час руйнування кристалічної структури.

Як видно з діаграми ДСК, процес кристалізації оливкової олії починається при температурі  $-10^{\circ}\text{C}$  з зародження кристалів. Потім відбувається кристалізація та дозрівання кристалів. З подальшим зниженням температури відбувається укрупнення кристалів з утворенням бластерів. Другий пік свідчить про утворення кристалічної решітки та перерозподіл рідкої фази між кристалічної структури.

Одержанні діаграми ДСК аналізувалися за допомогою програмного забезпечення TA Universal Analysis. В табл. 1 представлені температурні характеристики піків для двох зразків оливкової олії. Нумерація одержаних температур піків починається з ліва направо для процесу плавлення та з права наліво для процесу кристалізації.

Таблиця 1 – Температурні характеристики піків оливкової олії

Номер піка	Температура, $^{\circ}\text{C}$	
	1 зразок	2 зразок
Процес плавлення		
Початок першого піка	-25,49	-22,76
Максимум першого піку	-15,37	-14,55
Максимум другого піку	-2,71	-4,64
Закінчення другого піка	3,69	0,55
Максимум третього піку	6,18	4,78
Закінчення третього піку	8,48	7,90
Процес кристалізації		
Початок першого піка	-10,33	-10,00
Максимум першого піку	-15,93	-13,21
Закінчення першого піку	-22,03	-22,85
Початок другого піка	-32,60	-33,78
Максимум другого піку	-48,46	-45,02
Закінчення другого піку	-53,93	-51,03

За даними табл. 1 встановлено, що значення температурних характеристик піків відрізняється, що свідчить про різне походження оливкової олії. Однак вигляд отриманих діаграм ДСК є ідентичним для обох зразків.

За допомогою методу ДСК можливо визначити такі показники як: кількість виділеної або поглиненої теплоти, вміст твердих та рідких триацилгліцеринів. Ці дані є важливими у проектуванні рецептур жирів та жировмісних продуктів, у розробці методик дослідження складу та якості олій та жирів тощо.

**Висновки.** ДСК є наглядним та оперативним методом аналізування процесів плавлення та кристалізації оливкової олії. За допомогою діаграм ДСК спостерігається багатостадійне плавлення та можливість визначити характерні інтервали температур плавлення оливкової олії. Процес кристалізації проходить в декілька стадій, для кожної з яких можна визначити характерні температури піків кристалізації.

На кривій плавлення знаходиться три піка: перший пік в інтервалі температур від  $-26^{\circ}\text{C}$  до  $-13^{\circ}\text{C}$ , другий пік – від  $-13^{\circ}\text{C}$  до  $+3^{\circ}\text{C}$ , третій пік – від  $+3^{\circ}\text{C}$  до  $+9^{\circ}\text{C}$ . На кривій кристалізації знаходиться два окремих піка: перший в інтервалі температур від  $-9^{\circ}\text{C}$  до  $-28^{\circ}\text{C}$ , другий – від  $-42^{\circ}\text{C}$  до  $-58^{\circ}\text{C}$ . В процесі плавлення при температурі  $-30^{\circ}\text{C}$  відбуваються перші зміни в кристалах олії. Процес кристалізації оливкової олії починається при температурі  $-10^{\circ}\text{C}$  з зародження кристалів.

Одержані дані свідчать про те, що дослідні зразки оливкової олії хоча і мають відмінності в параметрах діаграм ДСК, але вигляд, кількість піків, а також значення температурних характеристик піків є аналогічними для розглянутих зразків. Одержана інформація може бути використана для встановлення параметрів та ознак, характерних саме для оливкової олії, що в подальшому дасть можливість ефективно прогнозувати поведінку оливкової олії як компоненту суміші олій та жирів або жирового продукту. Крім того, визначені параметри діаграм ДСК можуть бути критерієм ідентифікації та встановлення якості оливкової олії, що має важливе значення на сучасному етапі розвитку харчової промисловості.

## Література

1. Кадолич Ж.В. (2017). *Анализ изменения качественного состава оливкового масла методом электретно-термического анализа*. Вестник технологического университета, Т. 20, 3, 160 – 163.
2. Di Vita G., Zanchini R., Gulisano G., Mancuso T., Chinnici G., D'Amico M. (2021). *Premium, popular and basic olive oils: mapping product segmentation and consumer profiles for different classes of olive oil*. British Food Journal, 123, 13, 178 – 198.
3. Houshia O. J., Qutit Q., Oday Z., Hazem S., Motasem Z. (2014). *Determination of total polyphenolic antioxidants contents in west-bank olive oil*. Journal of Natural Sciences Research, 4, 15, 71 – 76.
4. Genovese A., Caporaso N., Sacchi R. (2021). *Flavor Chemistry of Virgin Olive Oil: An Overview*. Applied sciences-basel, 11, 4, 1639.

5. Rubert M., Torrubia B., Diaz-Curiel M., de la Piedra C. (2020). *Olive oil and bone health*. Revista de osteoporosis y metabolismo mineral, 12, 3, 107 – 110.
6. Муратова Э.А., Даукаев Р.А., Афонькина С.Р., Мансурова Е.В. (2016). *Проблема фальсификации оливкового масла и методы ее обнаружения*. Медицина труда и экология человека, 1, 62 – 66.
7. Foubert I., Vanrolleghem P.A., Dewettincka K. (2005). Insight in model parameters by studying temperature influence on isothermal cocoa butter crystallization. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 107, 660 – 672.

#### Bibliography (transliterated)

1. Kadolych Zh.V. (2017). Analiz izmeneniya kachestvennoho sostava olivkovoho masla metodom elektretno-termicheskohto analiza. Vestnyk tekhnolohycheskohto universiteta, T. 20, 3, 160 – 163.
2. Di Vita G., Zanchini R., Gulisano G., Mancuso T., Chinnici G., D'Amico M. (2021). Premium, popular and basic olive oils: mapping product segmentation and consumer profiles for different classes of olive oil. *British Food Journal*, 123, 13, 178 – 198.
3. Houshia O. J., Qutit Q., Oday Z., Hazem S., Motasem Z. (2014). Determination of total polyphenolic antioxidants contents in west-bank olive oil. *Journal of Natural Sciences Research*, 4, 15, 71 – 76.
4. Genovese A., Caporaso N., Sacchi R. (2021). Flavor Chemistry of Virgin Olive Oil: An Overview. *Applied sciences-basel*, 11, 4, 1639.
5. Rubert M., Torrubia B., Diaz-Curiel M., de la Piedra C. (2020). Olive oil and bone health. *Revista de osteoporosis y metabolismo mineral*, 12, 3, 107 – 110.
6. Muratova Э.А., Даукаев Р.А., Афонькина С.Р., Мансурова Е.В. (2016). Проблема фальсификации оливкового масла и методы ее обнаружения. *Медицина труда и экология человека*, 1, 62 – 66.
7. Foubert I., Vanrolleghem P.A., Dewettincka K. (2005). Insight in model parameters by studying temperature influence on isothermal cocoa butter crystallization. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 107, 660 – 672.

## ВСТАНОВЛЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ, ОБРАНОГО ДЛЯ РОЗРОБКИ КРЕМ-ПАСТ

**Т. В. МАТВЄЄВА**, кандидат технічних наук, 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;

**С. Л. ВОЛКОТРУБ**, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;

**Т. А. СВІРСЬКА**, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України.

*В статті здійснено аналіз інформації щодо історії розробок десертних паст на основі горіхів та насіння олійних культур. Приділено значну увагу показникам, які є важливими при розробці крем-паст, – умісту протеїна та жиру. Визначені фізико-хімічні показники обраного для подальших розробок кондитерського насіння соняшнику. Встановлено, що уміст олії та сирого протеїну у такому насінні складає 44,8% та 30,6%, відповідно, що позитивно впливатиме на кінцевий продукт – крем-пасту.*

**Ключові слова:** насіння соняшникове, крем-паста соняшникова, протеїн, жир, фізико-хімічні показники

**Вступ.** Сьогодні особливо гостро стоїть проблема недостатнього споживання збалансованого за амінокислотним складом білка. Постійне вживання неповноцінних за амінокислотним складом продуктів може призвести до тяжких захворювань. Одним із шляхів часткової ліквідації білкового дефіциту може стати розширення асортименту кондитерської продукції за рахунок залучення насіння вітчизняних олійних культур.

В даний час у світі широкого поширення набули шоколадні та кондитерські пасти, які легко засвоюються і за рахунок можливості включення в їх склад різних інгредієнтів дозволяють розширити асортимент продуктів підвищеної біологічної цінності.

Пасти з насіння олійних культур, плодових кісточок або різних горіхів відомі з давніх часів. Наприклад, густа паста – урбеч з'явилась в 17 столітті в Дагестані і до сьогоднішніх днів залишається улюбленим солодким продуктом жителів східних країн. Ним швидко можна вгамувати голод і відновити енергію. Урбеч здатний підвищити імунітет, зарядити енергією і відновити сили після затяжної хвороби. Урбеч має високу поживність – на 100 г пасти припадає не менше 500 ккал (в залежності від виду). У складі присутні вуглеводи – близько 40 г, жири – 35 г, білки – 15 г. Порція натуральної пасти (100 г) складає майже 30% від добової норми спожитих калорій, якщо дотримуватися дієти в 2000 ккал.

Традиційний урбеч, який готували в східних країнах ще з давніх часів, є лляним. Для приготування лляної пасти і сьогодні насіння ретельно перетирають в жорнах з каменю, вага яких складає близько 200 кілограмів, а в діаметр більше метра [3]. Такий продукт має приємний солодкий смак і шоколадний колір, хоча в складі не містить барвників або какао-порошку. Темний відтінок одержують шляхом змішування насіння льону різних сортів. Слід відмітити, що дагестанський урбеч не містить рафінованих цукрів, шкідливих добавок і підсилювачів смаку. Для надання більшої насолоди в масу додають кленовий сироп або ж квітковий мед. Натуральна паста не проходить термічну обробку, тому всі компоненти несуть величезну користь для організму, а тому доволі часто урбеч рекомендований любителям здорового харчування.

Сьогодні, крім лляного, готують різні урбечі, які розрізняються за смаком і кількістю інгредієнтів (однокомпонентний або багатокомпонентний). Горіхову пасту готують з фісташок, лісових, волоських горіхів, а також мигдалю, фундука або арахісу [4, 5].

У китайській національній кухні в якості основи для приготування соусу використовувався перемелений арахіс. В 1890 році в Америці лікар Джон Келлог застосував пасту з арахісу в лікувальних цілях та після цього їм було зроблено висновок про те, що даний продукт може стати гідною заміною м'яса для тих людей, які не вживають м'яса. Крім того, Келлог вважав, що арахісова паста здатна альтернативною заміною курячим яйцям і сиру.

Серійне виробництво цього продукту почалося завдяки Джорджу А. Бейлу, проте технологія виготовлення пасти дещо відрізнялася від сучасної. Арахіс спочатку варили, і тільки потім перемелювали, а тому він частково втрачав свій природний аромат. В 1903-му році Аброзом Стробом для виробництва пасти створено спеціальну машину.

Сім'я доктора Келлога отримала патент на виготовлення цих ласощів, а його брат відкрив компанію з випуску пасти арахісової під назвою *Sanitas Nut Company*. Він використовував технологію виготовлення пасти з пропареного арахісу, а одержаний продукт називав маслом. Поступово арахісова паста стала набирати популярність, її використовували при приготуванні різних страв. Поступово цей продукт увійшов в щоденний раціон досить великої кількості людей. Компанії з виробництва арахісової пасти почали утворюватися в різних штатах, і поступово поширилися по світу [6].

Як вже зазначене, більшість подібних продуктів висококалорійні внаслідок надлишку жирів і вуглеводів. Низький вміст в кондитерських пастах білків, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин і вітамінів робить необхідним підвищення їх споживчої цінності за рахунок варіювання складу продукту.

В Україні асортимент кондитерських паст є надзвичайно невеликим незважаючи на те, що вони можуть використовуватися і в профілактичному, і в дієтичному, і в лікувальному харчуванні, оскільки завдяки їх вживанню

натуральні рослинні речовини вводяться в організм в найбільш легкозасвоюваному вигляді. У світі при виробництві крем-паст, головним чином, використовують насіння арахісу. Однак, поряд з високим вмістом вітаміну В<sub>6</sub>, мінералів (Na, K, Mg, Ca, Fe), жирів (49г/100г, з них 7г припадає на насичені жири) та білку (26г/100г), насіння арахісу містить компоненти, які можуть викликати алергічну реакцію у людини.

Традиційною олійною культурою та стратегічною сировиною для України є насіння соняшнику. Останнім часом за рахунок розширення посівних площ та збільшення врожайності майже на 30%, Україна за валовим збором насіння соняшнику увійшла до першої трійки світових виробників. Насіння соняшнику володіє величезним цілющим потенціалом, так як містить вітаміни (А, С, В<sub>6</sub>), мінерали (Na, K, Mg, Ca, Fe), фітостероли, антиоксиданти, жири 51г/100г, з них 4,5 г припадає на насичені жири) та білок (21г/100г). За вмістом білку насіння соняшнику перевищує насіння багатьох сільськогосподарських культур (льон, ріпак та ін.). Білок ядра насіння соняшнику містить усі незамінні амінокислоти, але характеризується нестачею лізину та деяких інших амінокислот, проте у достатній кількості містить сірковмісні амінокислоти (метіонін+цистин), є легко засвоюваним та немає у своєму складі антипоживних речовин. З насіння соняшнику одержують олію, білкові та білково-ліпідні продукти. Його після висушування або смаження використовують у технологіях борошняних (хліб та хлібобулочні вироби) та кондитерських (печиво та цукерки) виробів.

У сім'янку сучасних сортів і гібридів соняшнику вміст жиру становить в середньому 50,8%, білку 16,2%, а їх сума – 67,0% [27]. Загальна сума жиру і білку в насінні сої менше, ніж у соняшнику (63,1%), а в насінні льону олійного і ріпаку дещо вище (69,9-70,0%). Якість протеїну соняшнику за складом незамінних амінокислот не поступається соєвому, який вважається стандартом якості рослинного білку. А за деякими амінокислотам (гістидин, лізин) протеїн соняшнику перевищує такі культури, як пшениця і кукурудза. Водночас, білки соняшнику мають високе засвоєння (90%) і біологічну активність (60%), чим вигідно відрізняються від більшості рослинних білків, в тому числі і білка сої. Таким чином, вирощуванням олійних культур вирішує проблема не тільки виробництва олій, але і рослинного білку.

Слід зазначити, що вміст протеїну в насінні соняшнику вельми варіабельна ознака. У сучасних сортів-популяцій його вміст змінюється від 9,3 до 29,1%, а у ліній – від 11,3 до 35,0%. Вивчення диких зразків соняшнику показало, що вони мають більш низький вміст жиру та підвищений вміст протеїну. Практично всі дослідники вказують на позитивний кореляційний зв'язок між вмістом протеїну в насінні соняшнику і масою 1000 насінин, а між вмістом протеїну і вмістом жиру – на негативний.

На варіабельність вмісту протеїну в насінні соняшнику впливають екологічні умови місця зростання і погодні умови року. Несприятливі умови для синтезу жиру (підвищена температура повітря, нестача вологи в ґрунті) сприяють підвищенню білка. Вміст протеїну в насінні соняшнику при вирощуванні на зрошенні збільшується в середньому на 7%. При зрошенні в

насінні соняшнику синтезується більша кількість водорозчинних білків – альбумінів, а при несприятливих умовах (посуха, висока температура повітря і т.д.) – глобулінів.

Великий вплив на вміст протеїну має площа живлення рослин. Розширення міжрядь, як і збільшення відстаней між рослинами в ряду (при посіві з шириною міжрядь 70 см), супроводжується збільшенням вмісту протеїну в насінні. Застосування азотних добрив практично на всіх типах ґрунтів супроводжується підвищенням врожайності соняшнику. Але при цьому абсолютний вміст жиру в насінні знижується, а протеїну – збільшується.

На основі вищевикладеного встановлено: на сучасному етапі розвитку та впровадження нових технологій, коли значний сировинний потенціал залишається невикористаним, проблема забезпечення населення продуктами харчування з високими споживчими властивостями, харчовою і біологічною цінністю є особливо важливою. Отже створення продукту харчування, а саме крем-паст, підвищеної біологічної цінності зі зниженою кількістю жирів на основі ядра насіння вітчизняної олійної культури – соняшнику, є на сьогодні доцільним, а тому встановлення фізико-хімічних показників обраного насіння соняшнику є актуальним.

**Мета дослідження** – з'ясування фізико-хімічних показників обраного для розробки крем-паст насіння соняшнику.

**Результати досліджень.** Для розробки крем-паст обрано ядро соняшнику кондитерське. Акредитовано відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 НААУ Лабораторією інструментальних досліджень УкрНДІОЖ НААН здійснено його випробування (Протокол від 21.05.2021 року). Результати досліджень надано в табл. 1

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники ядра соняшнику кондитерського

Найменування показника	Результат випробування	Метод випробування (НД)
Вологість, %	5,3	ДСТУ 4811
Масова частка олії, в перерахунку на суху речовину, %	44,8	ДСТУ 7577
Масова частка сирого протеїну в перерахунку на абсолютно суху речовину, %	30,6	ДСТУ 7169
Кислотне число олії, мг КОН/г	0,64	ДСТУ 8839
Масова частка олеїнової кислоти в олії, виділеної з насіння, %, від суми жирних кислот	30,2	ГОСТ 30418

За одержаними результатами встановлено, що дане насіння соняшнику дійсно відноситься до кондитерського сорту, адже вміст олії та сирого

протеїну складає 44,8% та 30,6%, відповідно. Загально сума жиру та білку складає 75,4%, що корелюється з даними наукової літератури.

**Висновки.** З'ясовано, що на сьогодні в світі існує безліч розробок десертних паст на основі горіхів або олійного насіння, зокрема арахісу або кунжуту, які спрямовані на вирішення таких задач як поліпшення смакових характеристик, споживчих властивостей, підвищення якості, харчової цінності і розширенні асортименту. Встановлено, що дослідження, які присвячені розробці паст із соняшникового насіння – основної агрокультури України, практично відсутні. Обрано ядро соняшнику кондитерське для розробки паст. Визначено його фізико-хімічні показники. Доведено, що дане насіння соняшнику дійсно відноситься до кондитерського сорту, адже вміст олії та сирого протеїну складає 44,8% та 30,6%, відповідно. Загально сума жиру та білку складає 75,4%, що корелюється з даними наукової літератури.

### Література

1. *Патент* 2017/204691 WO. Installation method and device for positioning a melangeur grinding disk / Alekseev, Jurijj Alekseevich. - № 2017/204691; Заявл. 25.05.2017; Опубл. 26.05.2016
2. Урбеч: польза и вред натуральной дагестанской пасты. Режим доступу: [https://royal-forest.org/blog/urbech\\_polza\\_i\\_vred\\_naturalnoy\\_dagestanskoy\\_pasty/](https://royal-forest.org/blog/urbech_polza_i_vred_naturalnoy_dagestanskoy_pasty/)
3. Паста для здоровья. Что такое урбеч, как его готовят и с чем едят? Режим доступу: [https://perm.aif.ru/society/people/pasta\\_dlya\\_zdorovya\\_chno\\_takoe\\_urbech\\_kak\\_e\\_go\\_gotovyat\\_i\\_s\\_chem\\_ego\\_est](https://perm.aif.ru/society/people/pasta_dlya_zdorovya_chno_takoe_urbech_kak_e_go_gotovyat_i_s_chem_ego_est)
4. Как создавалась арахисовая паста? Режим доступу: <https://funandfood.ru/blog/istorija-arahisovoj-pasti>
5. *Патент* 2217973 РФ. Композиция для получения пасты шоколадной / Асафов В.А., Фоломеева О.Г.; ЗАО «Белок». – № 2217973; Заявл. 27.12.2000; Опубл. 10.12.2003.
6. Толмачев В., Лазер П., Бочковой Д. Подсолнух для кондитеров (про кондитерские сорта подсолнуха) // Журнал сучасного агропромисловця «Зерно», 2010. – №3. Режим доступу: <https://www.zerno-ua.com/journals/2010/mart-2010-god/podsolnuh-dlya-konditerov-pro-konditerskie-sorta-podsolnechnika/>



## Bibliography (transliterated)

1. Patent 2017/204691 WO. Installation method and device for positioning a melangeur grinding disk / Alekseev, Jurijj Alekseevich. – N 2017/204691; Zayavl. 25.05.2017; Opubl. 26.05.2016.
2. Urbech: polza i vred naturalnoy dagestanskoy pastyi. Rezhim dostupu: [https://royal-forest.org/blog/urbech\\_polza\\_i\\_vred\\_naturalnoy\\_dagestanskoy\\_pasty/](https://royal-forest.org/blog/urbech_polza_i_vred_naturalnoy_dagestanskoy_pasty/)
3. Pasta dlya zdorovya. Chto takoe urbech, kak ego gotovyat i s chem edyat? Rezhim dostupu: [https://perm.aif.ru/society/people/pasta\\_dlya\\_zdorovya\\_cho\\_takoe\\_urbech\\_kak\\_e\\_go\\_gotovyat\\_i\\_s\\_chem\\_ego\\_est](https://perm.aif.ru/society/people/pasta_dlya_zdorovya_cho_takoe_urbech_kak_e_go_gotovyat_i_s_chem_ego_est)
4. Kak sozdavalas arahisovaya pasta? Rezhim dostupu: <https://funandfood.ru/blog/istorija-arahisovoj-pasti>
5. Patent 2217973 RF. Kompozitsiya dlya polucheniya pastyi shokoladnoy / Asafov V.A., Folomeeva O.G.; ZAO «Belok». – N 2217973; Zayavl. 27.12.2000; Opubl. 10.12.2003.
6. Tolmachev V., Lazer P., Bochkovoy D. Podsolnuh dlya konditerov (pro konditerskie sorta podsolnuha) // Zhurnal suchasnogo agropromislovtsya «Zerno», 2010. – N3. Rezhim dostupu: <https://www.zerno-ua.com/journals/2010/mart-2010-god/podsolnuh-dlya-konditerov-pro-konditerskie-sorta-podsolnechnika/>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ПАРАМЕТРІВ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ЕМУЛЬСІЙНОЇ СИСТЕМИ КРЕМ-ПАСТ

**М. А. ЛАБЕЙКО**, 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;

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

*В статті розглянуто проблему нестачі білків в харчуванні населення та обґрунтовано необхідність їх споживання. В якості актуального джерела білкових речовин представлено насіння соняшнику та продукти функціонального призначення на його основі і, зокрема, кондитерські крем-пасти. Крім того, наведено перелік основних компонентів крем-пасти та розглянуто вплив деяких параметрів, таких як склад та кількість емульгатору, температура компонентів при змішуванні, на стабільність емульсійної системи крем-пасти. Визначено оптимальне співвідношення за смаковою збалансованістю у рецептурі крем-пасти таких інгредієнтів як цукор та сіль у кількості 10% та 0,2% відповідно. Розроблено склад комбінованого емульгатору для крем-пасти, а саме: E471 – 0,45г; E475 – 0,1г; PGPR – 0,05г. Визначено раціональні технологічні параметри щодо процесу приготування крем-пасти, а саме: температура олії з емульгатором – 70 °С, температура подрібненого ядра – 38-40 °С, температура розчинення сухих складових у воді – 40-50 °С, мінімальна тривалість перемішування – 5 хвилин. Доведено, що температура усіх компонентів під час змішування повинна бути однаковою, приблизно 30-35 °С, інакше крем-паста починає швидко розшаровуватись.*

**Ключові слова:** білкові продукти, крем-паста, стабільність емульсійної системи, рецептура, раціональні технологічні параметри.

**Вступ.** Проблема харчування населення України на сучасному етапі набула особливого значення. Йдеться про значну зміну структури харчування – дефіцит м'ясних, рибних і рослинних продуктів харчування; фальсифікацію продуктів; широке вживання консервованих, підданих кулінарній обробці і довготривалому зберіганню харчових продуктів. Це призводить до масового і постійного дефіциту в раціоні харчування більшості населення України, у тому числі і дітей, тваринних білків, полі ненасичених жирних кислот, харчових волокон, більшості вітамінів, а також макро- і мікроелементів.

Сучасні уявлення про раціональне харчування передбачають дотримання визначених кількісних співвідношень окремих інгредієнтів їжі, передусім забезпечення організму оптимальним за кількістю і якістю білковим харчуванням. Білок – найважливіша складова з шести основних

компонентів їжі. Він не тільки покриває енергетичні витрати організму, але й забезпечує його ріст і оновлення [1].

Білок є джерелом незамінних амінокислот, виконує роль будівельного матеріалу в процесі розвитку клітин й обміну речовин в організмі. Він виступає структурною і функціональною основою м'язових і нервових волокон, шкіри, сполучних тканин, а також внутрішніх органів організму. Також білки беруть участь в обміні вітамінів, мінеральних речовин, у доставці кров'ю кисню, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, гормонів, лікарських речовин.[2]. При нестачі білків порушуються процеси травлення, кровотворення, нервової системи, діяльність ендокринних залоз; гальмуються ріст і розвиток організму; зменшується маса м'язів, печінки; послаблюється розумова діяльність і знижується працездатність людини. Такі порушення можуть розвинути не тільки в результаті недостатнього надходження білків з їжею, але й унаслідок порушення принципів збалансованого харчування.[3]. Таким чином, унікальна роль білка в життєдіяльності людини, постійно зростаючий його дефіцит визначають необхідність знаходження додаткових джерел харчового протеїну.

В якості актуального джерела білкових речовин слід розглядати як насіння соняшнику – основної сільськогосподарської культури України, так і продукти функціонального призначення на його основі. До переліку таких продуктів належать крем-паста кондитерські, основним компонентом яких виступає подрібнене ядро з насіння соняшнику. Масова частка вказаного інгредієнту у крем-пастах може досягати 60%, а масова частка білку у насінні соняшнику може становити 13-20% [4], а у складі кондитерських сортів – близько 30%. Отже введення крем-паст у раціон населення з метою уникнення дефіциту білку є доцільним. Під час зберігання готових крем-паст можливе виникнення певних проблем, наприклад, розшарування продукту. В даному випадку важливим показником крем-паст виступає стабільність емульсійної системи, а дослідження параметрів, що впливають на вказаний показник, є актуальною задачею.

**Мета дослідження** - визначення впливу різних параметрів на стабільність емульсійної системи крем-паст.

**Результати досліджень.** Основним компонентом крем-паст є подрібнене ядро насіння соняшнику. Крім того, до складу продукту також входять вода, олія рослинна (обрано соняшникову), цукор, сіль та емульгатори (за необхідністю).

Задля встановлення оптимального співвідношення інгредієнтів за смаковими вподобаннями, проведено варіювання таких інгредієнтів, як сіль та цукор. Низка зразків крем-паст, яка виготовлена, враховуючи попередній досвід виконавців, надано в таблицю табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептури крем-паст на основі подрібненого ядра соняшнику

Інгредієнт	Рецептура (на 100г)				
	№1	№2	№3	№4	№5
Вода, мл	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Ядро соняшнику подрібнене, г	50,5	58,0	65,2	60,0	55,0
Олія соняшникова, г	14,0	4,1	4,3	8,0	4,4
Цукор, г	<b>10,0</b>	<b>12,5</b>	<b>5,0</b>	<b>6,5</b>	<b>15,1</b>
Сіль, г	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Емульгатор Е 471 (Віанокс), г	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

За результатами проведеної дегустації виготовлених крем-паст (Протокол дегустаційної комісії УкрНДІОЖ НААН від 14.07.2021 р.) визнано, що Рецептура №1 (табл. 1), за смаковою збалансованістю є найкращою, а тому співвідношення цукор:сіль = 10:0,2 є оптимальним. Водночас слід зазначити, що у зразках крем-паст, наведених у табл. 1, через добу відбулося розшарування фаз. Вказаний факт довів, що використання емульгатору Е 471 у кількості 0,3 г/100 г продукту виявилось недостатньо для зв'язування великої кількості води. Отже для подальших досліджень обґрунтовано використання комбінованого емульгатору наступного складу:

- емульгатор моностеорат (моногліцериди жирних кислот, *Monoglycerides of fatty acids*, Е471) (Віанокс), що покращує консистенцію та підвищує в'язкість;
- емульгатор ЕСТЕР П (твердий), Е475 (моно- та дігліцериди), що підвищує еластичність, попереджує крихкість та колкість продукту, знижує окислювальні процеси, утворює блискучу поверхню;
- емульгатор РGPR (полігліцерол полірицинолеат), який підвищує пластичність.

Після серії проведених дослідів щодо впливу кількості емульгаторів на стабільність емульсійної системи крем-паст та їх консистенцію, визначено оптимальне співвідношення Е471:Е475:РGPR=9:2:1 або у масових частках, %: 75:16,67:8,33 у комбінованому емульгаторі.

Стійкість емульсійної системи крем-паст залежить від технологічних параметрів її приготування, а саме початкових температур інгредієнтів, швидкості та тривалості змішування. Отже процес одержання крем-пасти можна описати наступним чином (рис. 1):

- емульгатор комбінованого складу (Е471, Е475 та РGPR) попередньо розчиняють у соняшниковій олії, яка підігріта до температури +70 °С;
- подрібнене ядро соняшнику підігрівають до температури +38...+40 °С та додають олію або олію з розчиненим емульгатором, якщо

даний інгредієнт входить до складу композиції, та ретельно перемішують. Одержану суміш витримують на водяній бані за температури  $+38\dots+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

– сухі компоненти (цукор, сіль) попередньо розчиняють у воді за температури  $+40\dots+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

– під час збивання крем-пасти, воду з розчиненими у ній цукром і сіллю додають струменем до подрібненого ядра насіння соняшнику з олією та перемішують не менше, ніж 5 хвилин;

– температура усіх інгредієнтів при введенні до композиції крем-пасти повинна складати приблизно  $+30\dots+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

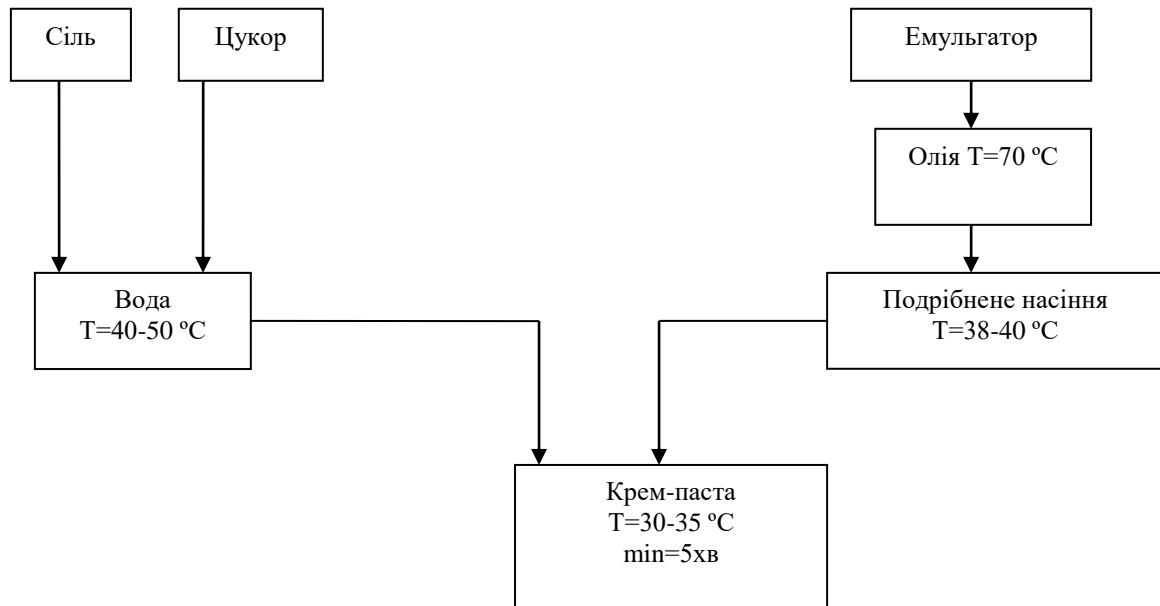


Рисунок 1 – Схема приготування крем-пасти на основі ядра насіння соняшнику

**Висновки.** В ході проведених досліджень визначено оптимальне співвідношення компонентів крем-пасти, які відповідають за смакову складову, а саме цукру та солі, що дорівнює 10% та 0,2% відповідно. Крім того, визначено оптимальний склад комбінованого емульгатору для крем-пасти: E471– 0,45г; E475 – 0,1г; PGPR – 0,05г. Виявлено раціональні технологічні параметри щодо процесу приготування крем-пасти, а саме: температура олії з емульгатором –  $70^{\circ}\text{C}$ , температура подрібненого ядра –  $38-40^{\circ}\text{C}$ , температура розчинення сухих складових у воді –  $40-50^{\circ}\text{C}$ , мінімальна тривалість перемішування – 5 хвилин. Доведено, що температура усіх компонентів під час змішування повинна бути однаковою, приблизно  $30-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , інакше крем-паста починає швидко розшаровуватись.

## Література

1. Литвиненко, О.А., Гладкий, Ф.Ф., Федякіна, З.П. (2016). *Виробництво харчових форм білків із насіння олійних культур*. Київ: Аграрна наука.
2. Столмакова, А.И., Мартинюк, И.О., Штабский, Б.М., Выговский, В.П., Ворожбит, Б.С., Дмитрук, Т.А., Киселевич, А.Г., Ладанивский, Р.И., Макеева, Э.А., Федоренко, В.И., Федоренко, Т.А., Харченко, И.А., Яремко, С.В. (1990). *Популярно о питании. Справочное пособие*. Киев: Здоровья.
3. Спиричев, В.Б., Трихина, В.В., Позняковский, В.Н. (2012). Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: надежный путь оптимизации их потребления. *Ползуновский вестник*, 2/2, 9-15.
4. Пешук, Л.В., Носенко, Т.Т. (2011). *Біохімія та технологія олієжирової сировини: навчальний посібник*. Київ: Центр навчальної літератури.

## Bibliography (transliterated)

1. Lytvynenko, O.A., Hladkyi, F.F., Fediakina, Z.P. (2016). *Vyrobnytstvo kharchovykh form bilkiv iz nasinnia oliinykh kultur*. Kyiv: Ahrarna nauka.
2. Stolmakova, A.Y., Martyniuk, Y.O., Shtabskyi, B.M., Vyhovskyi, V.P., Vorozhbyt, B.S., Dmytruk, T.A., Kyselevych, A.H., Ladanyvskyi, R.Y., Makeeva, Э.А., Fedorenko, V.Y., Fedorenko, T.A., Kharchenko, Y.A., Yaremko S.V. (1990). *Populiarno o pytanyu. Spravochnoe posobyie*. Kyev: Zdorovia.
3. Spyruchev, V.B., Trykhyna, V.V., Pozniakovskiy, V.N. (2012). Obohashchenye pyshchevykh produktov mykronutryentamy: nadezhnyi put optymizatsyy ykh potrebleniya. *Polzunovskiy vestnyk*, 2/2, 9-15.
4. Peshuk, L.V., Nosenko, T.T. (2011). *Biokhimiia ta tekhnolohiia oliiezhyrovoi syrovyny: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury.

## НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ В СИСТЕМІ СЕЛЕКТИВНИХ РОЗЧИННИКІВ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ОКИСНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ОЛІЙ

**І.П. ПЕТИК**, 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 представлено інформацію про вплив нейтралізації в нейтралізуючому розчині обґрунтованого компонентного складу на наявність продуктів окиснення в оліях. Встановлено, що в результаті нейтралізації олій в розробленому розчині забезпечується зниження вторинних продуктів окиснення порівняно з нейтралізацією у водному розчині NaOH. На вміст первинних продуктів окиснення нейтралізація олій в основі нейтралізуючого розчину майже не впливає.*

**Ключові слова:** нейтралізація олій, основа нейтралізуючого розчину, первинні і вторинні продукти окиснення олій

**Вступ.** Олії в процесі виробництва і переробки піддаються окисненню, що призводить до зниження їх харчової, біологічної цінності і безпеки. Фізико-хімічні показники - кислотне, пероксидне, йодне числа, за якими найчастіше оцінюють якість олій, недостатньо повно характеризують процеси, що відбуваються в них, оскільки поряд з первинними продуктами окиснення (пероксидами і гідропероксидами), відображеними у показнику пероксидного числа, утворюються і вторинні сполуки (альдегіди і кетони). Анізидинове число характеризує вміст вторинних продуктів окиснення олій та жирів і дозволяє більш повно оцінити якість та безпечність олій.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У попередніх роботах нами було обґрунтовано оптимальний склад нейтралізуючого розчину на основі селективних розчинників для нейтралізації олій та жирів у водно-лужному середовищі щодо поверхневого натягу та щільності, до складу якого входили етанол та гліцерин. Вказана розробка дозволяє підвищити ефективність нейтралізації олій в мильно-лужному середовищі, а саме підвищити концентрацію соапстоку та знизити вміст нейтрального жиру при нейтралізації олій та жирів у водно-лужному середовищі [1, 2]. Компонентний склад і фізичні властивості розробленої системи селективних розчинників нейтралізуючого розчину дозволяють припустити, що деякі продукти окиснення олій та жирів, що проходять нейтралізацію, мають переходити в водний розчин селективних розчинників.

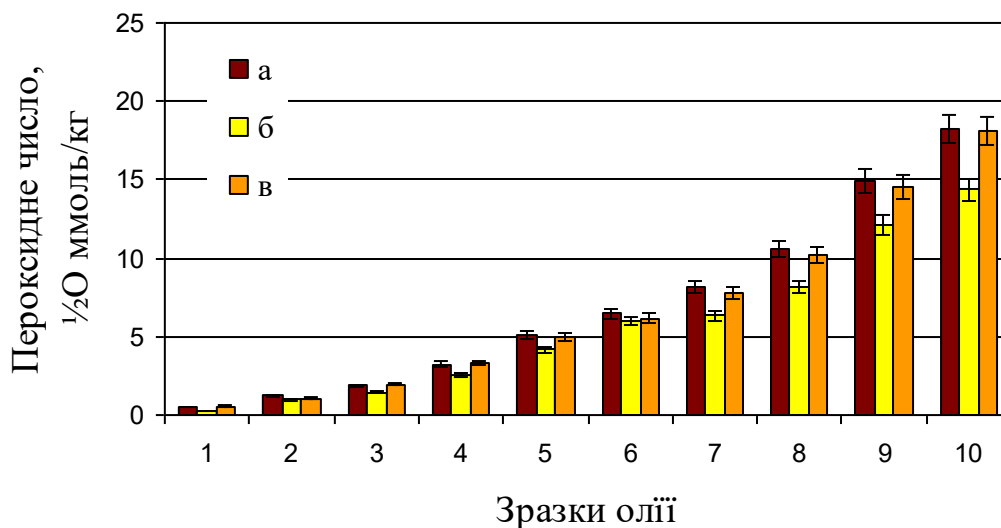
**Мета і задачі дослідження.** Відповідно до вищенаведеного, метою дослідження є отримання інформації про вплив нейтралізації в нейтралізуючому розчині обґрунтованого компонентного складу (вода : етанол : гліцерин у співвідношенні 30 : 30 : 40) на наявність продуктів

окиснення в оліях, а також визначення ступіню розчинності солей жирних кислот (мил) триацілгліцеринів ряду олій в основі нейтралізуючого розчину обґрунтованого компонентного складу (вода : етанол : гліцерин у співвідношенні 30 : 30 : 40), а також визначення ступеню зниження вторинних продуктів окиснення порівняно з контрольними дослідями – нейтралізацією у водному розчині NaOH, що використовується в сучасній технології нейтралізації олій та жирів.

Для досягнення мети досліджень необхідно вирішення наступних завдань: отримання зразків олії з різним вмістом первинних і вторинних продуктів окиснення; проведення експериментів з нейтралізації отриманих зразків олій в нейтралізуючому розчині NaOH обраного складу і в водному розчині NaOH; встановлення і порівняння ступеню зниження вторинних продуктів окиснення в нейтралізованих зразках олій.

**Результати досліджень.** Величини пероксидного і анізидинового чисел в зразках олій кориговано за допомогою продування повітря з постійною швидкістю через шар олії за постійної підвищеної температури. Нейтралізацію проведено за температури 65°C при концентрації нейтралізуючого агента гідроксиду натрію, яку було розраховано в залежності від величини вихідного кислотного числа зразків олій.

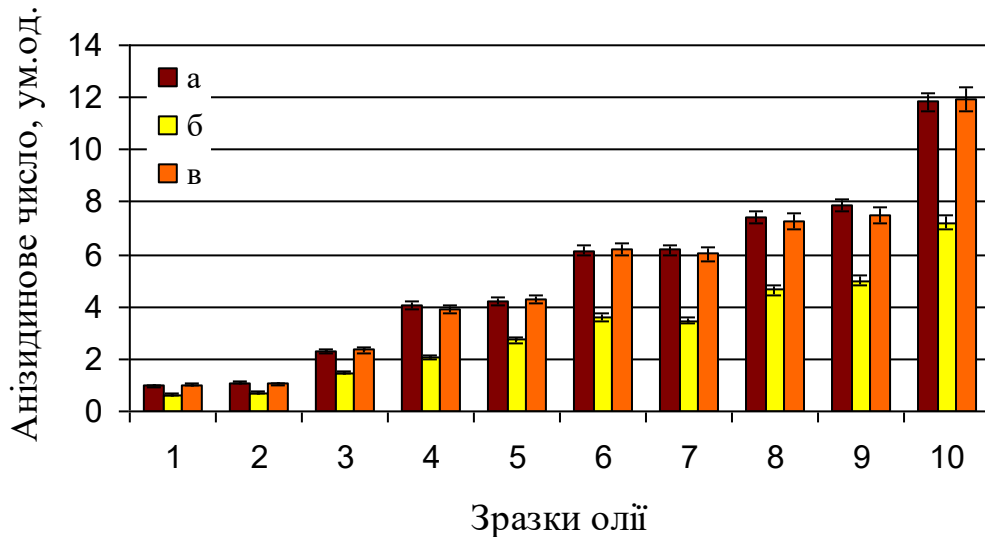
Після проведення нейтралізації зразків соняшникової олії в трикомпонентній основі нейтралізуючого розчину було визначені їх пероксидні і анізидинові числа порівняно з результатами контрольних дослідів. Кислотні числа зразків олій після нейтралізації не перевищували 0,2 мг КОН/г. Результати дослідження представлено на рис. 1 і 2.



а – перед нейтралізацією; б – після нейтралізації в гліцериново-етанолю-водному розчині гідроксиду натрію; в – після проведення нейтралізації в водному розчині гідроксиду натрію

Рисунок 1 - Вміст первинних продуктів окиснення в зразках соняшникової олії





а – перед нейтралізацією; б – після нейтралізації в гліцериново-етаноло-водному розчині гідроксиду натрію; в – після проведення нейтралізації в водному розчині гідроксиду натрію

Рисунок 2 - Вміст вторинних продуктів окиснення в зразках соняшникової олії

В результаті експериментів було встановлено, що нейтралізація зразків олій з різним вмістом первинних і вторинних продуктів окиснення в розробленій основі нейтралізуючого розчину забезпечує зниження близько на 30-33 % вторинних продуктів окиснення порівняно з нейтралізацією у водному розчині NaOH. Щодо первинних продуктів окиснення, то нейтралізація олій в основі нейтралізуючого розчину майже не впливає на їх вміст.

У разі нейтралізації олій в гліцериново-етаноло-водному розчині гідроксиду натрію вторинні продукти окиснення олій (альдегіди і кетони) завдяки своїм фізичним властивостям переходять в основу нейтралізуючого розчину. Таким чином, в результаті нейтралізації олій в гліцериново-етаноло-водному розчині лугу відбувається зниження вмісту вторинних продуктів окиснення, що є актуальною задачею для переробки олій та жирів, що зберігаються протягом тривалого часу в незадовільних умовах або піддаються тривалому механічному чи термічному впливу. Наприклад, при тривалому транспортуванні морським транспортом з подальшими неодноразовими перекачуваннями.

**Висновки.** Використання системи селективних розчинників розробленого компонентного складу як основу нейтралізуючого розчину дозволяє підвищити ефективність нейтралізації олій в мильно-лужному середовищі, а саме збільшити концентрацію соапстоку та одночасно знизити в нейтралізованій олії вміст вторинних продуктів окиснення.

## Література

1. Петік І.П. Вплив компонентного складу основи нейтралізуючого розчину на його характеристики [Текст] / І.П. Петік, Ф.Ф. Гладкий, З.П. Федякіна, А.П. Белінська, Л.М. Філенко // Вісник Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2011. – № 58. – С. 31-35.
2. Петік І.П. Склад основи нейтралізуючого розчину як фактор ефективності рафінації олій та жирів [Текст]/ І.П. Петік, Ф.Ф. Гладкий, З.П. Федякіна, А.П. Белінська // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей [Текст]: матеріали Міжнародної наук.-техн. конф., 22-23 березня, 2012 р. / оргкомітет: А.І. Українець (голова). – Київ: НУХТ. – 2012. – с. 108.
3. Обработка экспериментальных данных [Электронный ресурс] / Б. Д. Агапьев, В.Н. Белов, Ф. П. Кесаманлы и др. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2001. – Режим доступа : <http://users.kpi.kharkov.ua/fmp/biblio/BOOK1/ref.html>. – Последний доступ : 2019. – Название с экрана.

## Bibliography (transliterated)

1. Petik, I.P., Hladkyi, F.F., Fediakina, Z.P., Bielinska, A.P., Filenko, L.M. (2011). Vplyv komponentnoho skladu osnovy neitralizuiuchoho rozchynu na yoho kharakterystyky. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskoho politekhnichnoho instytutu»*, 58, 31-35.
2. Petik, I.P., Hladkyi, F.F., Fediakina, Z.P., Bielinska, A.P. (2012). Sklad osnovy neitralizuiuchoho rozchynu yak faktor efektyvnosti rafinatsii olii ta zhyriv. *Tekhnichni nauky: stan, dosiahnennia i perspektyvy rozvytku m'iasnoi, oliiezhyrovoi ta molochnoi haluzei: materialy Mizhnarodnoi nauk.-tekhn. konf.*, Kyiv: NUKhT.
3. Agap'ev, B. D., Belov, V. N., Kesamanly, F. P. (2001). *Obrabotka ehksperimental'nykh dannykh*. Sankt-Peterburg: SPBG TU.

## КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ОЛІЙНОГО ЕКСТРАКТУ БЕТА-КАРОТИНУ В БІОТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

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

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

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

**І.А. БЄЛИХ**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*Розглянуто питання нестабільності олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину з *Blakeslea trispora* при дії чинників, що обумовлюють їх окислювальне псування. Обрані чинники, від яких залежить стабільність до окислення олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину. Встановлена кількісна залежність (у вигляді регресійної моделі) періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, а значить і їх термінів зберігання від взаємного впливу фізико-хімічних показників (пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу), які визначають стабільність олійних розчинів  $\beta$ -каротину до окиснення.*

**Ключові слова:** промислова біотехнологія,  $\beta$ -каротин, *Blakeslea trispora*, екстрагент, технологічні властивості, контроль та керування, 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 °С 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  $10^\circ\text{C}$  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 табл. 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 табл. 3 наведені дані для перерахунку терміну зберігання олійних рочинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину в залежності від його періоду індукції.

На рис. 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 β-каротину

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

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

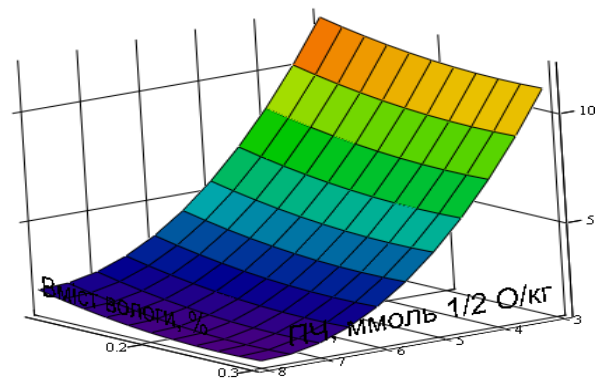
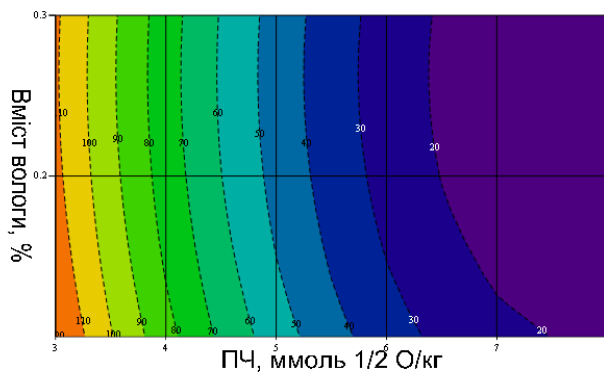


Рисунок 1 - Залежність періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного β-каротину від пероксидного числа і вмісту вологи.

Як видно з рис. 1, на поверхні відгуку (при фіксованому третьому фактору – 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 β-каротину дорівнює 20хв., отже очікуваний термін зберігання при температурі «-20 ..... 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 «-20 ..... 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, технокимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности [Текст] / под ред. В.П. Ржежина, 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 naseleattia 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 naseleattia» (2004). Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy №332-r.
4. Bondar', A.G., Statyukha, G.A. (1976). *Planirovanie ehksperimenta v khimicheskoi 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 analiticheskoi khimii*, per. s nem., Moskva, Mir.



## ПОРІВНЯННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАВЛЕННЯ ТА КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА ПАРАМЕТРІВ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ТВАРИННИХ ЖИРІВ

**В.С. МАЗАЄВА**, кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України;  
**Н.С. СИТНИК**, 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 проаналізовано жирнокислотний склад дослідних тваринних жирів, а саме: курячого, свинячого, яловичого та розраховані основні жирні кислоти. Наведено результати дослідження процесів плавлення і кристалізації тваринних жирів. Дослідження виконані методом диференціальної скануючої калориметрії (ДСК). Визначено та порівняно характерні температури фазових перетворень.*

**Ключові слова:** курячий жир, говяжий жир, яловичий жир, фазові перетворення, диференціально скануюча калориметрія.

**Вступ.** Жири тваринного походження – це унікальні природні, цілковито натуральні речовини, які формуються в організмі тварин. Їх позитивний вплив на людський організм виявляється у лікувальній та косметологічній дії, вони підвищують імунітет організму та активізують його захисні сили. Тваринні жири здавна застосовуються людством для харчування. Основною сферою використання тваринних жирів, безперечно, залишається харчова промисловість. Але, крім виробництва продуктів харчування, жири є сировиною в медичній, косметичній і технічній галузях. Їх застосовують як в чистому вигляді, так і у вигляді сумішей [1, 2]

Найбільш важливі фізичні властивості жирів пов'язані з процесами їх плавлення та кристалізації [3]. Процес кристалізації – це стан системи внаслідок чинної сили, що характеризується повним чи частковим обмеженням руху, викликаним фізичними чи хімічними зв'язками між молекулами триацилгліцеролів (ТАГ). Відмінності у кристалічних формах виникають через різну «упаковку» молекул. Отже, кристали складаються з молекул, розташованих фіксованими візерунками, відомих як сітчасті кристалічні структури. Їх високий рівень молекулярної складності дозволяє упаковувати один і той же набір ТАГ в кілька різних структур, які є відносно стабільними [4].

Кристалізація жирів має важливе значення при промисловій переробці харчових продуктів, оскільки ці продукти мають фізичні характеристики, які багато в чому залежать від кристалів жиру. Кристали жиру забезпечують деякі важливі властивості харчових продуктів, а саме:

- консистенцію та пластичність продуктів з високим вмістом жиру на етапах виробництва та зберігання;
- сенсорні властивості, такі як відчуття танення у роті;
- фізична стабільність, пов'язана з утворенням та зростанням кристалів, міграцією та коалесценцією частинок та емульсій;
- зовнішній вигляд, наприклад, яскравість шоколадних цукерок [5].

Геометрична форма молекул та розташування кристалів в кристалічній структурі, також впливає на температуру плавлення жирів. Так насичені жирні кислоти мають більш лінійну форму молекул ніж ненасичені жирні кислоти, що дозволяє їм щільно упаковуватися разом і, таким чином, мати потенціал для більш привабливих молекулярних взаємодій. Це означає, що потрібна більша кількість енергії, щоб порушити молекулярні взаємодії та перетворити твердий стан жиру на рідкий стан [6].

Таким чином дослідження процесів плавлення та кристалізації дозволяють визначити не тільки характерні температури фазових перетворень, а й можливість визначити вплив жирнокислотного складу на ці процеси. Та опосередковано визначити кристалічну структуру дослідних жирів.

**Мета дослідження.** Порівняння процесів плавлення та кристалізації та фазових перетворень тваринних жирів, які досліджувалися методом диференціальної скануючої калориметрії (ДСК).

**Результати дослідження.** Для порівняння процесів плавлення та кристалізації та параметрів фазових перетворень були обрані наступні тваринні жири, а саме: курячий, яловичий та свинячий. Кожен з цих жирів має свій жирнокислотний та триацилгліцерольний склад, які впливають на процеси плавлення та кристалізації цих жирів. Для курячого та свинячого жиру кількість основних жирних кислот перевищує чотири, а їх сумарний вміст перевищує 90%. В яловичому жирі – ця кількість зростає до шести, а їх сумарний вміст перевищує 85%, що менше ніж в двох інших. Основними жирними кислотами є:

- для курячого жиру: олеїнова ( $C_{18:1}$ ) – 36,1%; лінолева ( $C_{18:2}$ ) – 32,9%; пальмітинова ( $C_{16:0}$ ) – 19,4% та стеаринова ( $C_{18:0}$ ) – 5,4%;

- для свинячого жиру: олеїнова ( $C_{18:1}$ ) – 43,0%; пальмітинова ( $C_{16:0}$ ) – 23,4%; стеаринова ( $C_{18:0}$ ) – 14,6% та лінолева ( $C_{18:2}$ ) – 11,9%;

- для яловичого жиру: олеїнова ( $C_{18:1}$ ) – 35,6%; пальмітинова ( $C_{16:0}$ ) – 27,9%; стеаринова ( $C_{18:0}$ ) – 15,7% міристинова ( $C_{14:0}$ ) – 3,4%; пальмітолеїнова ( $C_{16:1}$ ) – 2,7% та лінолева ( $C_{18:2}$ ) – 2,1% [7].

Таким чином, основні чотири жирні кислоти для всіх жирів є однаковими, отже вплив на процеси плавлення та кристалізації даних жирів буде залежати від їх вмісту та положення в триацилгліцерилах.

Дослідження процесів плавлення та кристалізації виконано методом ДСК. Темп нагрівання та охолодження складає  $7.5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ . В якості охолоджувального агенту використано рідкий азот з температурою  $-196^{\circ}\text{C}$ . На рис. 1 наведена діаграма ДСК процесу плавлення та кристалізації курячого жиру. Процесу плавлення відповідає ендотермічний ефект який

знаходиться в нижній частині діаграм ДСК, таким чином тепловий потік є негативним; процесу кристалізації – екзотермічний ефект, який знаходиться у верхній частині діаграм ДСК, тому значення теплового потоку позитивні.

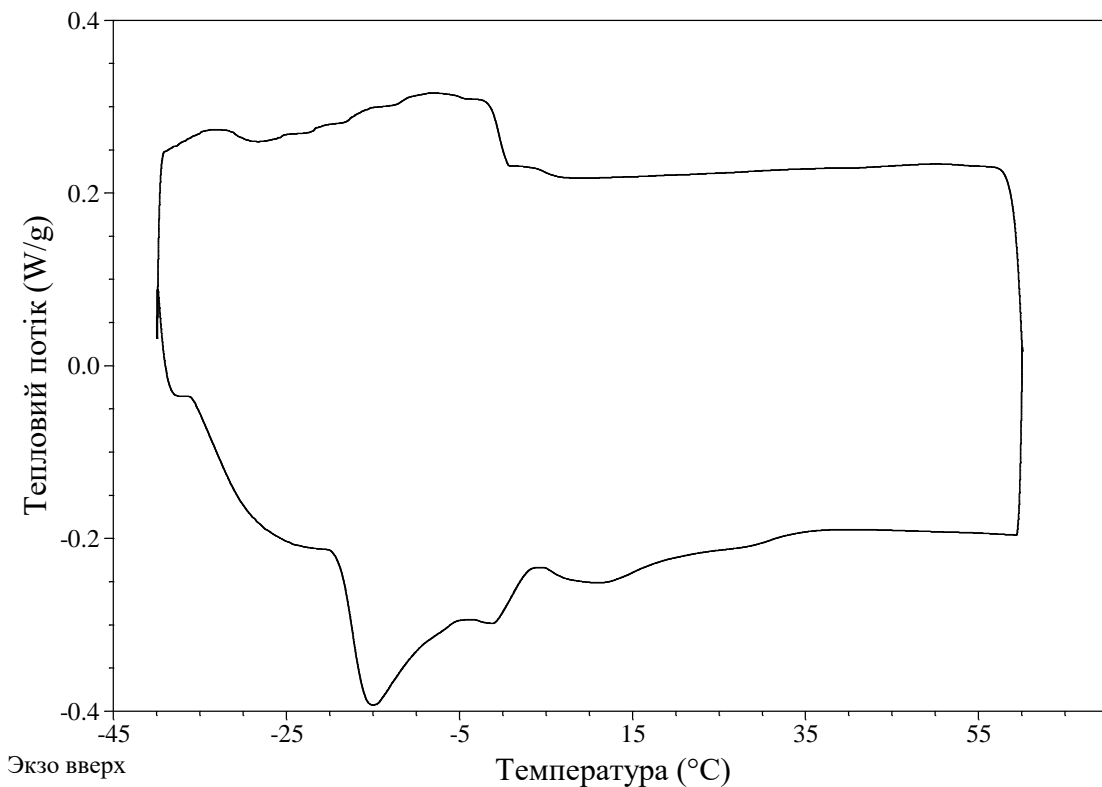


Рисунок 1 – Діаграма ДСК процесу плавлення та кристалізації курячого жиру

Як видно з рис. 1, процес кристалізації починається за температури  $+6,55^{\circ}\text{C}$ , а закінчується за температури понад  $-40^{\circ}\text{C}$ . В цьому інтервалі температури спостерігається два екзотермічних піка. Перший пік знаходиться в інтервалі температур від  $+0,36^{\circ}\text{C}$  до  $-28^{\circ}\text{C}$ , максимум даного піку знаходиться за температури  $-7,17^{\circ}\text{C}$ . Кількість виділеної теплоти при утворенні кристалів жиру дорівнює  $10,24$  Дж/г. Другий пік знаходиться в інтервалі температури від  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $-39,3^{\circ}\text{C}$ , максимум даного піку знаходиться за температури  $-33,74^{\circ}\text{C}$ . При формуванні кристалічної структури кількість виділеної теплоти зменшується до  $1,12$  Дж/г.

Процес плавлення відбувається складніше ніж процес кристалізації. Так першим етапом плавлення є часткове руйнування кристалічної структури та вивільнення рідкої частини. Цей процес відбувається до температури  $-22^{\circ}\text{C}$ . Потім на діаграмі ДСК процесу плавлення спостерігаємо три піка в інтервалі температур від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ . Які характеризують руйнування кристалічної решітки, баластерів та кристалів жиру. Перший пік плавлення знаходиться в інтервалі температур від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-4,5^{\circ}\text{C}$ , максимум піка  $-15,07^{\circ}\text{C}$ . Другий пік – в інтервалі температур від  $-4,5^{\circ}\text{C}$  до  $+3^{\circ}\text{C}$ , максимум піка –  $-3,89^{\circ}\text{C}$ . А третій пік – в інтервалі температури від  $+3^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  з максимумом за температури  $+4,87^{\circ}\text{C}$ . Таким чином основний процес

плавлення курячого жиру знаходиться в мінусових температурах та характеризується наявністю великої кількості ТАГ з олеїною та лінолевою кислотами. Наявність в основних кислотах пальмітинової та стеаринової кислот дозволяє даному виду жиру знаходитися в мазеподібному стані за кімнатної температури.

Діаграма ДСК процесу плавлення та кристалізації свинячого жиру наведено на рис. 2.

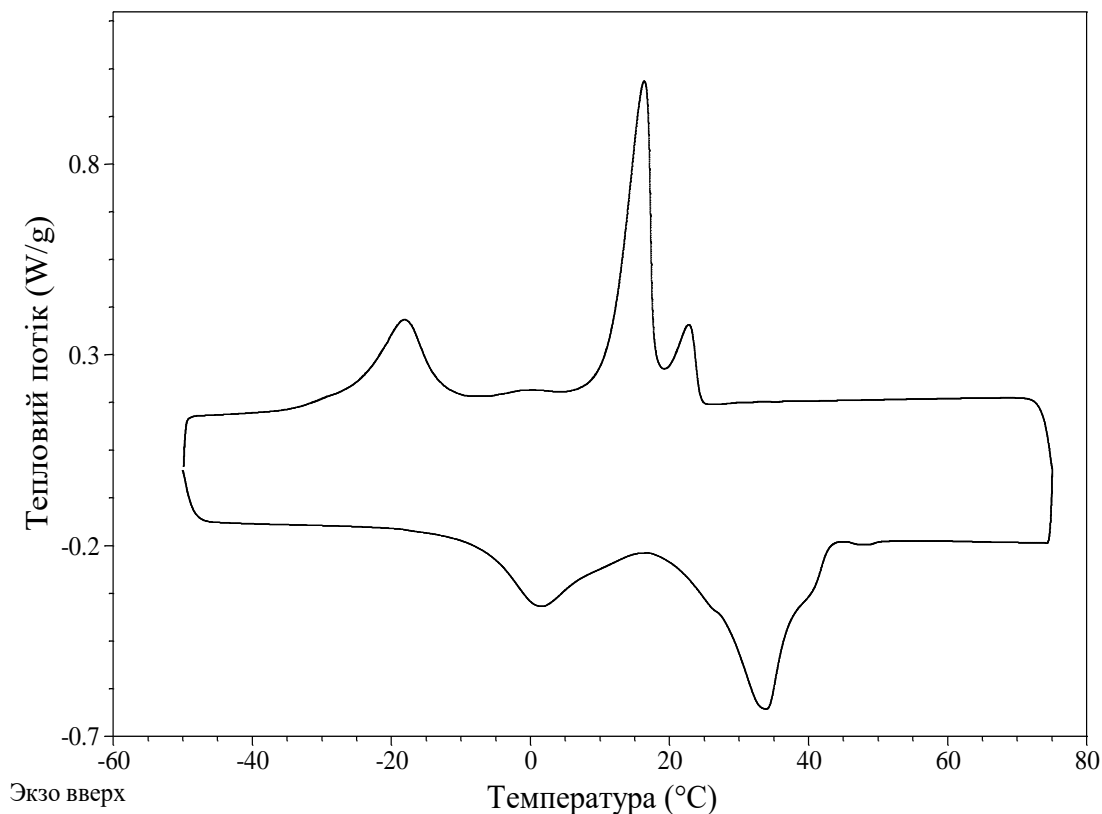


Рисунок 2 – Діаграма ДСК процесу плавлення та кристалізації свинячого жиру

Як видно з рис. 2 для процесу кристалізації спостерігається два повномасштабних піка. Перший пік знаходиться в інтервалі температур від  $+24^{\circ}\text{C}$  до  $+4^{\circ}\text{C}$  та має двогорбу вершину з максимумами за температур  $+22,74^{\circ}\text{C}$  та  $+16,34^{\circ}\text{C}$ . Даний пік свідчить про формування та реорганізацію кристалів в більш стабільну форму. При подальшому зменшенні температури відбувається створення кристалічної структури, що підтверджує і наявність другого піку в інтервалі температур від  $-8^{\circ}\text{C}$  до  $-38^{\circ}\text{C}$ , з максимумом за температури  $-18,21^{\circ}\text{C}$ . Подальше зниження температури не призводить до нових екзотермічних піків, що свідчить про повну кристалізацію даного жиру.

Процес плавлення свинячого жиру починається за температури  $-10^{\circ}\text{C}$ , а закінчується за температури  $+52^{\circ}\text{C}$ . В даному інтервалі температур спостерігається три піка. Перший пік знаходиться в інтервалі температур від

-10°C до +17°C, другий – від +17°C до +45°C, а третій від +45°C до +52°C. Максимуми зазначених піків знаходяться за температур +1,34°C, +38,88°C, +48,32°C, відповідно. Таким чином основний процес плавлення та кристалізації свинячого жиру знаходиться в позитивних значеннях температури. Це свідчить про наявність середньоплавких та високоплавких ТАГ, які в своєму складі містять насичені жирні кислоти.

Одним з високоплавких тваринних жирів є яловичий жир. Діаграма ДСК процесів плавлення та кристалізації якого наведена на рис. 3.

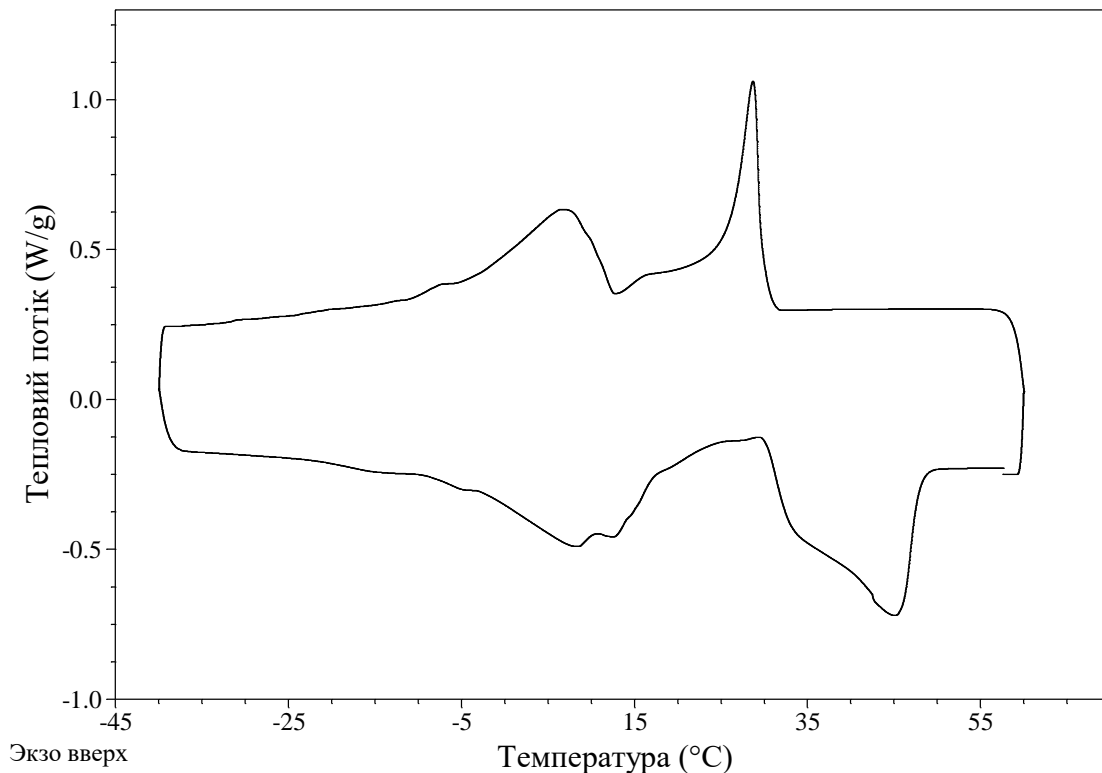


Рисунок 3 – Діаграма ДСК процесу плавлення та кристалізації яловичого жиру

Процес кристалізації яловичого жиру, наведено на рис. 3, знаходиться інтервалі температур від +34°C до -12°C. Де знаходиться два повномасштабних піка. Перший пік знаходиться в інтервалі температур від +34°C до +13°C, та має максимум за температур +28,69°C, а другий максимум знаходиться – +6,52°C, в інтервалі температур від +13°C до -12°C. При подальшому зниженні температури відбувається переохолодження кристалічної структури.

Процес плавлення яловичого жиру починається за температури -10°C з часткового руйнування кристалів в кристалічній структурі, яке не впливає на кристалічну решітку жири. При подальшому збільшенні температури на діаграмі ДСК (рис. 3) спостерігається повномасштабний ендотермічний пік з двогорбою вершиною. Максимуми якого знаходяться за температури +8,54°C та +12,64°C, даний пік свідчить про реорганізацію кристалів кристалічної

решітки при її руйнуванні. Другий пік плавлення, який знаходиться в інтервалі температур від  $+29^{\circ}\text{C}$  до  $+51^{\circ}\text{C}$ , та має максимум за температури  $+44,80^{\circ}\text{C}$ . Таким чином наявність в жирнокислотному складі великої кількості насичених жирних кислот збільшує температури процесів плавлення та кристалізації.

**Висновки.** Досліджені тваринні жири, а саме курячий, свинячий та яловичий, в своєму жирнокислотному складі мають чотири однакові жирні кислоти - олеїнову, лінолеву, пальмітинову та стеаринову. Однак вміст цих жирних кислот відрізняється, так лінолева кислота заходиться в інтервалі від 32,9% для курячого жиру до 2,1% для яловичого жиру.

Процес кристалізації для зазначених жирів має дві стадії, а саме: зародження, формування кристалів та їх укрупнення; упакування кристалів в кристалічні структури або\чи кристалічну решітку з подальшою перекристалізацією.

Процес плавлення носить багатостадійний характер, який представляє собою часткове плавлення кристалів в кристалічній решітці з можливістю реорганізації кристалічної решітки в момент плавлення та плавлення самої кристалічної решітки.

Отже, маючи однакові основні жирні кислоти, розглянуті тваринні жири мають різні температури фазових перетворень.

#### Література

1. Ромашко И.С., Драчук У.Р., Басараб И.М. (2017). Использование бараньего жира в производстве косметических средств. *Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины та біотехнологій імені С.З. Гжицького*, 19 (75), 140-143.
2. Нечипоренко А. П., Везо О. С., Плотникова Л. В., Нечипоренко У. Ю., Мельникова М. И. (2018). Оптические свойства липидов животного происхождения. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*, (4), 22-35. doi: 10.17586/2310-1164-2018-11-4-22-35
3. Мазаєва В. С., Голодняк В. О., Демидов І. М., Левчук І. В., Голубець О. В. (2016) Дослідження температур плавлення і кристалізації жирів методом диференціальної скануючої калориметрії. *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях, 42 (1214), 179-187. doi: 10.20998/2413-4295.2016.42.29.
4. Foubert I., Gunstone F. D., Harwood J. L., Dijkstra A. J. (2007) *The lipid handbook*. Boca Raton: CRC Press.
5. Ribeiro, A. P., Masuchi, M. H., Miyasaki, E. K., Domingues, M. A., Stroppa, V. L., de Oliveira, G. M., Kieckbusch, T. G. (2015). Crystallization modifiers in lipid systems. *Journal of food science and technology*, 52(7), 3925–3946. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1587-0>

6. Vieira, S. A., McClements, D. J., Decker, E. A. (2015). Challenges of utilizing healthy fats in foods. *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.), 6(3), 309S–17S. <https://doi.org/10.3945/an.114.006965>

7. Левчук І.В., Некрасов П.О., Кіщенко В.А., Голубець О.В., Тимченко В.К., Арутюнян Т.В. (2020). *Жирнокислотний, стеріновий та ацилгліцериновий склад олій та жирів*. Довідкове видання. Київ: Видавництво «Сталь», 207.

#### Bibliography(transliterated)

1. Romashko I.S., Drachuk U.R., Basarab I.M. (2017). Ispol'zovaniebaran'egozhira v proizvodstvekosmeticheskikh sredstv. *Naukovij visnik L'vivskogo nacional'nogo universitetu veterinarnoї medicini i biotekhnologij imeni S.Z. Gzhe'kogo*, 19 (75), 140-143.

2. Nechiporenko A. P., Vezo O. S, Plotnikova L. V., Nechiporenko U. Yu., Mel'nikova M. I. (2018). Opticheskiesvoystvalipidovzhivotnogoproiskhozhdeniya. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparatypishchevyh proizvodstv»*, (4), 22-35. doi: 10.17586/2310-1164-2018-11-4-22-35

3. Mazaeva V. S., Golodnyak V. O., Demidov I. M, Levchuk I. V., Golubec' O. V. (2016) Doslidzhennya temperaturplavlennya i kristalizaciizhiriv metodomdiferencial'noї skanuyuchoї kalorimetriї. *Visnik NTU «HPI»*, Seriya: Novirishennya v suchasnihtekhnologiyah, 42 (1214), 179-187. doi:10.20998/2413-4295.2016.42.29.

4. Foubert I. Gunstone F. D., Harwood J. L., Dijkstra A. J. (2007) *The lipid handbook*. Boca Raton: CRC Press.

5. Ribeiro, A. P., Masuchi, M. H., Miyasaki, E. K., Domingues, M. A., Stroppa, V. L., deOliveira, G. M., Kieckbusch, T. G. (2015). Crystallization modifiers in lipid systems. *Journal of food science and technology*, 52(7), 3925–3946. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1587-0>

6. Vieira, S. A., McClements, D. J., Decker, E. A. (2015). Challenges of utilizing healthy fats in foods. *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.), 6(3), 309S–17S. <https://doi.org/10.3945/an.114.006965>

7. Levchuk I.V., Nekrasov P.O., Kishchenko V.A., Golubec' O.V., Timchenko V.K., Arutyunyan T.V. (2020). *Zhirnokislotnij, sterinovij ta acilglicerinovij sklad olijtazhiriv*. Dovidkove vidannya. Kiiv: Vidavnictvo «Stal'», 207.

## РЕФЕРАТИ

УДК 665

**НОВІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР, ОЛІЙ ТА ЖИРІВ**

**П.Ф. Петік**, канд. техн. наук, 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;

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

*Представлено основні наукові розробки фундаментального і прикладного характеру, які проводяться Українським науково-дослідним інститутом олій та жирів Національної академії аграрних наук України в рамках Програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України на 2021-2025 роки, що стосуються створення технологій для виробництва конкурентоспроможних харчових продуктів на основі досліджень складу, фізико-хімічних властивостей олієжирової сировини, технологічних процесів її переробки.*

**Ключові слова:** насіння, олія, жири, шрот, харчові системи, інгібітори ферментів, транс-ізомери жирних кислот, переетерифікування, екструдування, крем-паста, смакоароматичні компоненти

УДК 338.121

**АНАЛІЗ СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЙ І ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ В УКРАЇНІ**

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

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

**Л.В. Вистороп**, 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 за перше півріччя 2021 року. з'ясовано, що за звітний період перероблено олійної сировини 5 960 880 тонн, що складає 73 % до показника минулого року. встановлено, що вироблено олії нерафінованої, рафінованої та фасованої 72,7 %; 68,8 % та 91,7 % до показника минулого року, відповідно. відмічено, що обсяги виробництва шроту та фосфатидного концентрату за перше півріччя 2021 року також зменшилися на 22,5 % та 4,0 %.*

**Ключові слова:** олійне насіння, нерафінована, рафінована, фасована олія, олієжирові галузь.



УДК 664.38

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ІНАКТИВАЦІЮ ІНГІБІТОРІВ ПРОТЕОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ У СУМІШІ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ**

**А.П. Белінська**, 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;

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

*В статті вивчено закономірність впливу параметрів технологічної обробки білково-жирової основи для харчування спортсменів на її біологічну цінність. Визначено залежність часу попередньої обробки білково-жирової основи надвисокочастотним випромінюванням та її вихідної вологості на ступінь подальшого гідролізу білка. Доведено, що в обраному діапазоні величин вищезазначених чинників можливо максимальне збільшення біологічної цінності продукту.*

**Ключові слова:** олійне насіння, інгібітори протеаз, надвисокочастотне випромінювання, ферментативний гідроліз білка.

УДК 664.682.9

**БІЛКОВО-ЖИРОВА ОСНОВА ДЛЯ ХАРЧУВАННЯ СПОРТСМЕНІВ ЯК ІНГРЕДІЄНТ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ**

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

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

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

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

*В статті подано інформацію щодо розробки спеціалізованої білково-жирової суміші, 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 суміші у виробництві цукерок з метою підвищення їх біологічної цінності, зниження калорійності і подовження строків придатності.*

**Ключові слова:** олії, олійне насіння, незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, кондитерські маси.

УДК 665.3

**РОЗРОБКА БОРОШНЯНИХ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ**

**Т. В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, 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

*За амінокислотним складом білок пшеничного або житнього борошна є далеким від білку, який прийнято за еталон. В білку борошна пшениці з восьми незамінних амінокислот для дорослої людини шість є лімітованими, зокрема такі важливі як сірковмісні – метіонін та цистин, – та, як і в інших зернових культурах, – лізин. Враховуючи те, що хліб та хлібобулочні вироби є складовими щоденного харчового раціону кожної людини, борошно є перспективним продуктом для збагачення есенціальними інгредієнтами. В роботі із застосуванням математичних методів моделювання розроблено низку борошняних комбінованих систем із удосконаленим амінокислотним складом на основі борошна пшеничного та олієвмісної сировини, зокрема шротів сої та льону. Встановлено співвідношення компонентів у композиції шротів олійних культур, а саме – лляний шрот:соєвий шрот = 68:32 при якому амінокислотний склад білку буде максимально наближеним до еталонного. З'ясовано, що додавання до борошна від 10 до 20 % цієї композиції дає змогу одержати комбіновану систему з амінокислотним складом, максимально наближеним до формули білка, прийнятого за еталон. Визначено біологічну цінність білків змодельованих систем.*

**Ключові слова:** олієвмісна сировина, олійні культури, шрот, амінокислоти, СКОР борошняні комбіновані системи, моделювання

УДК 665.1

**ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ ОЛИВКОВОЇ ОЛІЇ МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СКАНУЮЧОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ**

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

*В статті представлено результати досліджень процесів плавлення та кристалізації двох зразків оливкової олії методом диференційної скануючої калориметрії. Термічну поведінку зразків визначено шляхом моніторингу температур фазових переходів під час нагрівання та охолодження. Проведено порівняльну оцінку одержаних даних для двох дослідних зразків оливкової олії. Сформульовано висновки щодо використання одержаних даних в олієжировій галузі.*

**Ключові слова:** оливкова олія, диференційна скануюча калориметрія, процес плавлення, процес кристалізації, фазові переходи

УДК 665.3

**ВСТАНОВЛЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ,  
ОБРАНОГО ДЛЯ РОЗРОБКИ КРЕМ-ПАСТ**

**Т. В. Матвєєва**, кандидат технічних наук, 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

**С.Л. Волкотруб**, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

**Т.А. Свірська**, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України

*В статті здійснено аналіз інформації щодо історії розробок десертних паст на основі горіхів та насіння олійних культур. Приділено значну увагу показникам, які є важливими при розробці крем-паст, – умісту протеїна та жиру. Встановлено, що уміст олії та сирого протеїну у такому насінні складає 44,8% та 30,6%, відповідно, що позитивно впливатиме на кінцевий продукт – крем-пасту.*

**Ключові слова:** насіння соняшникове, крем-паста соняшникова, протеїн, жир, фізико-хімічні показники

УДК 665.3

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ПАРАМЕТРІВ НА СТАЛЬБІЛЬНІСТЬ  
ЕМУЛЬСІЙНОЇ СИСТЕМИ КРЕМ-ПАСТ**

**М. А. Лабейко**, 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;

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

*В статті розглянуто проблему нестачі білків в харчуванні населення та обґрунтовано необхідність їх споживання. В якості актуального джерела білкових речовин представлено насіння соняшнику та продукти функціонального призначення на його основі і, зокрема, кондитерські крем-пасти. Крім того, наведено перелік основних компонентів крем-пасти та розглянуто вплив деяких параметрів, таких як склад та кількість емульгатору, температура компонентів при змішуванні, на стабільність емульсійної системи крем-пасти. Визначено оптимальне співвідношення за смаковою збалансованістю у рецептурі крем-пасти таких інгредієнтів як цукор та сіль у кількості 10% та 0,2% відповідно. Розроблено склад комбінованого емульгатору для крем-пасти, а саме: E471 – 0,45г; E475 – 0,1г; PGPR – 0,05г. Визначено раціональні технологічні параметри щодо процесу приготування крем-пасти, а саме: температура олії з емульгатором – 70 °С, температура подрібненого ядра – 38-40 °С, температура розчинення сухих складових у воді – 40-50 °С, мінімальна тривалість перемішування – 5 хвилин. Доведено, що температура усіх компонентів під час змішування повинна бути однаковою, приблизно 30-35 °С, інакше крем-паста починає швидко розшаровуватись.*

**Ключові слова:** білкові продукти, крем-паста, стабільність емульсійної системи, рецептура, раціональні технологічні параметри.

УДК 665.12

**НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ В СИСТЕМІ СЕЛЕКТИВНИХ РОЗЧИННИКІВ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ОКИСНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ОЛІЙ**

**І.П. Петік**, 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 представлено інформацію про вплив нейтралізації в нейтралізуючому розчині обґрунтованого компонентного складу на наявність продуктів окиснення в оліях. Встановлено, що в результаті нейтралізації олій в розробленому розчині забезпечується зниження вторинних продуктів окиснення порівняно з нейтралізацією у водному розчині NaOH. На вміст первинних продуктів окиснення нейтралізація олій в основі нейтралізуючого розчину майже не впливає.*

**Ключові слова:** нейтралізація олій, основа нейтралізуючого розчину, первинні і вторинні продукти окиснення олій.

УДК 665.112.1

**КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ОЛІЙНОГО ЕКСТРАКТУ БЕТА-КАРОТИНУ В БІОТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

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

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

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

**І.А. Беліх**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

*Розглянуто питання нестабільності олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину з *Blakeslea trispora* при дії чинників, що обумовлюють їх окислювальне псування. Обрані чинники, від яких залежить стабільність до окиснення олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину. Встановлена кількісна залежність (у вигляді регресійної моделі) періоду індукції олійних розчинів мікробіологічного  $\beta$ -каротину, а значить і їх термінів зберігання від взаємного впливу фізико-хімічних показників (пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу), які визначають стабільність олійних розчинів  $\beta$ -каротину до окиснення.*

**Ключові слова:** промислова біотехнологія,  $\beta$ -каротин, *Blakeslea trispora*, екстрагент, технологічні властивості, пероксидне число, вміст вологи, вміст токоферолу.

**ПОРІВНЯННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАВЛЕННЯ ТА КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА ПАРАМЕТРІВ  
ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ТВАРИННИХ ЖИРІВ**

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

**Н.С. Ситнік**, 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 статті проаналізовано жирнокислотний склад дослідних тваринних жирів, а саме: курячого, свинячого та яловичого, та встановлені основні жирні кислоти. Наведено результати дослідження процесів плавлення і кристалізації тваринних жирів. Дослідження виконані методом диференціальної скануючої калориметрії (ДСК). Визначено та порівняно характерні температури фазових перетворень.*

**Ключові слова:** курячий жир, говяжий жир, яловичий жир, фазові перетворення, диференціально скануюча калориметрія.

## РЕФЕРАТЫ

УДК 665

### **НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР, МАСЕЛ И ЖИРОВ**

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

*Представлены основные научные разработки фундаментального и прикладного характера, которые проводятся Украинским научно-исследовательским институтом масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины в рамках Программы научных исследований Национальной академии аграрных наук Украины в 2021-2025 годах, касающиеся создания технологий для производства конкурентоспособных пищевых продуктов на основе исследований состава, физико-химических свойств масложирового сырья, технологических процессов его переработки.*

**Ключевые слова:** семена, масло, жиры, шрот, пищевые системы, ингибиторы ферментов, транс-изомеры жирных кислот, переэтерификация, экструдирование, крем-паста, вкусоароматические компоненты.

УДК 338.121

### **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЕЛ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В УКРАИНЕ**

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

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

**Л.В. Вистороп**, 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 за первое полугодие 2021 года. Выяснено, что за отчетный период переработано масляного сырья 5 960 880 тонн, что составляет 73 % к показателю в прошлом году. установлено, что произведено масла нерафинированного, рафинированного и фасованного 72,7 %; 68,8 % и 91,7 % к показателю прошлого года соответственно. Отмечено, что объемы производства шрота и фосфатидного концентрата за первое полугодие 2021 также уменьшились на 22,5 % и 4,0 %.*

**Ключевые слова:** масличные семена, нерафинированное, рафинированное, фасованное масло, масложировая отрасль.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИНАКТИВАЦИЮ ИНГИБИТОРОВ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В СМЕСИ МАСЛЯНЫХ СЕМЯН**

**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;

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

*В статье изучена закономерность влияния параметров технологической обработки белково-жировой основы для питания спортсменов на ее биологическую ценность. Определена зависимость времени предварительной обработки белково-жировой основы сверхвысокочастотным излучением и ее исходной влажности на степень последующего ферментативного гидролиза белка. Доказано, что в выбранном диапазоне величин вышеуказанных факторов возможно максимальное увеличение биологической ценности продукта.*

**Ключевые слова:** масличные семена, ингибиторы протеаз, сверхвысокочастотное излучение, ферментативный гидролиз белка.

### **БЕЛКОВО-ЖИРОВАЯ ОСНОВА ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ КАК ИНГРЕДИЕНТ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

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

**С.В. Бочкарев**, кандидат технических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт";

**В.Ю. Папченко**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

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

*В статье представлена информация о разработке специализированной белково-жировой смеси, 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 смеси в производстве конфет с целью повышения биологической ценности, снижения калорийности и продления сроков годности.*

**Ключевые слова:** масла, семена, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, кондитерские массы.

### РАЗРАБОТКА МУЧНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, 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

*По аминокислотному составу белок пшеничной или ржаной муки далек от белка, который принят за эталон. В белке муки пшеницы из восьми незаменимых аминокислот для взрослого человека шесть лимитированы, в частности такие важные как серосодержащие – метионин и цистин, – и, как и в других зерновых культурах, – лизин. Учитывая, что хлеб и хлебобулочные изделия являются составляющими ежедневного пищевого рациона каждого человека, мука является перспективным продуктом для обогащения эссенциальными ингредиентами. В работе с применением математических методов моделирования разработан ряд мучных комбинированных систем с усовершенствованным аминокислотным составом на основе муки пшеничной и маслосодержащего сырья, в частности шротов сои и льна. Установлено соотношение компонентов в композиции шротов масличных культур, а именно – льняной шрот: соевый шрот = 68:32, при котором аминокислотный состав белка будет максимально приближен к эталонному. Выяснено, что добавление к муке от 10 до 20% этой композиции позволяет получить комбинированную систему с аминокислотным составом, максимально приближенным к формуле белка, принятого за эталон. Определена биологическая ценность белков смоделированных систем.*

*Ключевые слова:* маслосодержащее сырье, масличные культуры, шрот, аминокислоты, СКОР, мучные комбинированные системы, моделирование

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ОЛИВКОВОГО МАСЛА МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

**Н.С. Сытник**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, 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 масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины.

*В статье представлены результаты исследований процессов плавления и кристаллизации двух образцов оливкового масла методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Термическое поведение образцов определено путем мониторинга температур фазовых переходов при нагревании и охлаждении. Проведена сравнительная оценка полученных данных для двух опытных образцов оливкового масла. Сформулированы выводы по использованию полученных данных в масложировой отрасли.*

*Ключевые слова:* оливковое масло, дифференциальная сканирующая калориметрия, процесс плавления, процесс кристаллизации, фазовые переходы



УДК 665.3

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА, ВЫБРАННОГО ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КРЕМ-ПАСТ**

**Т.В. Матвеева**, кандидат технических наук, доцент, 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

**С.Л. Волкотруб**, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины

**Т.А. Свирская**, Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины

*В статье проведен анализ информации по истории разработок десертных паст на основе орехов и семян масличных культур. Уделено значительное внимание показателям, которые важны при разработке крем-паст, – содержанию протеина и жира. Определены физико-химические показатели, выбранных для дальнейших разработок, кондитерских семян подсолнечника. Установлено, что содержание масла и сырого протеина в таких семенах составляет 44,8% и 30,6% соответственно, что положительно влияет на конечный продукт – крем-пасту.*

*Ключевые слова: семена подсолнечные, крем-паста подсолнечная, протеин, жир, физико-химические показатели*

УДК 665.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЭМУЛЬСИОННОЙ СИСТЕМЫ КРЕМ-ПАСТ**

**М.А. Лабейко**, кандидат технических наук, 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;

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

*В статье рассмотрена проблема нехватки белков в питании населения и обоснована необходимость их потребления. В качестве актуального источника белковых веществ представлены семена подсолнечника и продукты функционального назначения на их основе и, в частности, кондитерские крем-пасты. Кроме того, приведен перечень основных компонентов крем-пасты и рассмотрено влияние некоторых параметров, таких как состав и количество эмульгатора, температура компонентов при смешивании, на стабильность эмульсионной системы крем-пасты. Определено оптимальное соотношение по вкусовой сбалансированности в рецептуре крем-пасты таких ингредиентов как сахар и соль в количестве 10% и 0,2% соответственно. Разработан состав комбинированного эмульгатора для крем-пасты, а именно: E471 – 0,45г; E475 – 0,1г; PGPR – 0,05г. Определены рациональные технологические параметры процесса приготовления крем-пасты, а именно: температура масла с эмульгатором – 70 °С, температура измельченного ядра – 38-40 °С, температура растворения сухих составляющих в воде – 40-50 °С, минимальная продолжительность перемешивания – 5 минут. Доказано, что температура всех компонентов при смешивании должна быть одинаковой примерно 30-35 °С, иначе крем-паста начинает быстро расслаиваться.*

*Ключевые слова: белковые продукты, крем-паста, стабильность эмульсионной системы, рецептура, оптимальные технологические характеристики.*

УДК 665.12

**НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ СЕЛЕКТИВНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МАСЕЛ**

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

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

*В статье представлена информация о влиянии нейтрализации масел в нейтрализующем растворе обоснованного компонентного состава на наличие продуктов окисления. Установлено, что в результате нейтрализации масел в разработанном растворе обеспечивается снижение вторичных продуктов окисления по сравнению с нейтрализацией в водном растворе NaOH. На содержание первичных продуктов окисления нейтрализация масел в нейтрализующем растворе обоснованного компонентного состава практически не влияет.*

**Ключевые слова:** *нейтрализация масел, основа нейтрализующего раствора, первичные и вторичные продукты окисления масел.*

УДК 665.112.1

**КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ МАСЛИЧНОГО ЭКСТРАКТА БЕТА-КАРОТИНА В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

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

**Л.С. Мироненко**, кандидат технических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт";

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

**И.А. Белых**, кандидат технических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт".

*Рассмотрены вопросы окислительной лабильности масляных растворов микробиологического  $\beta$ -каротина из *Blakeslea trispora* при действии факторов, обуславливающих их окислительную порчу. Обоснованы факторы, от которых зависит окислительная стабильность масляных растворов микробиологического  $\beta$ -каротина. Установлена количественная зависимость (в виде регрессионной модели) периода индукции масляных растворов микробиологического  $\beta$ -каротина, а следовательно, и их сроков хранения от взаимного воздействия физико-химических показателей (пероксидное число, содержание влаги, содержание токоферола), определяющих стабильность масляных растворов  $\beta$ -каротина к окислению.*

**Ключевые слова:** *промышленная биотехнология,  $\beta$ -каротин, *Blakeslea trispora*, экстрагент, технологические свойства, пероксидное число, влагосодержание, содержание токоферола.*

**СРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАВЛЕНИЯ И КРИСТАЛИЗАЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ФАЗОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ**

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

**Н.С. Сытник**, кандидат технических наук, Украинский научно-исследовательский институт растительных масел и жиров Национальной академии аграрных наук Украины;

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

*В статье проанализирован жирнокислотный состав опытных животных жиров, а именно: куриного, свиного и говяжьего, и установлены основные жирные кислоты. Приведены результаты исследования процессов плавления и кристаллизации животных жиров. Исследования выполнены методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Определены и сравнительно характерные температуры фазовых превращений.*

**Ключевые слова:** *куриный жир, говяжий жир, говяжий жир, фазовые превращения, дифференциально сканирующая калориметрия.*

## ABSTRACTS

UDC 665

### NEW DIRECTIONS OF RESEARCH ON SEED PROCESSING OF OIL CROPS, OILS AND FATS

**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 main scientific developments of a fundamental and applied nature are presented, which are carried out by the Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine within the framework of the Scientific Research Program of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in 2021-2025, concerning the creation of technologies for the production of competitive food products based on research of the composition, physical and chemical properties of fat and oil raw materials, technological processes of its processing.*

**Key words:** seeds, oil, fats, meal, food systems, enzyme inhibitors, trans-isomers of fatty acids, transesterification, extrusion, cream-paste, flavoring components

UDC 338.121

### ANALYSIS OF THE STATE OF PROCESSING OF OILS AND THEIR PROCESSING PRODUCTS IN UKRAINE

**V. Papchenko**, Ph.D., senior researcher, 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;

**L. Whistrop**, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National academy of agricultural sciences of Ukraine.

*The paper presents an analysis of the current state of the production of vegetable oils and products of their processing in Ukraine for the first half of 2021. It was found that during the reporting period 5,960,880 tons of oil were processed, which is 73 % compared to last year. It was found that the produced oil is unrefined, refined and packaged 72.7 %; 68.8 % and 91.7 % compared to last year, respectively. It was noted that the production volumes of meal and phosphatide concentrate in the first half of 2021 also decreased by 22.5 % and 4.0 %.*

**Key words:** oilseeds, unrefined, refined, packaged oil, fat and oil industry.

UDC 664.38

### RESEARCH OF TECHNOLOGICAL FACTORS INFLUENCE ON PROTEOLYTIC ENZYME INHIBITORS INACTIVATION IN OIL SEEDS MIXTURE

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

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

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

*The article studies the influence regularity of the technological processing parameters of the oil seeds mixture on its biological value.*

*The dependence of the protein-fat base preliminary treatment time with microwave radiation and its initial moisture content on protein subsequent enzymatic hydrolysis degree was determined. It has been proven that in the above factors values selected range, the maximum increase in the product biological value is possible.*

**Key words:** oil seeds, protease inhibitors, microwave radiation, protein enzymatic hydrolysis.

UDC 664.682.9

### **DEVELOPMENT OF THE PROTEIN-FATTY BASE OF THE SUGAR CONFECTIONERY FOR NUTRITION OF THE SPORTSMEN**

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

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

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

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

*The article provides information on the development of a specialized protein-fat base enriched with essential amino acids, polyunsaturated fatty acids of group  $\omega$ -3 and antioxidants in accordance with the physiological needs of athletes, heavy physical workers, military personnel and other segments of the population. The possibility of using a protein-fat base in the production of sweets has been investigated in order to increase the biological value, reduce calorie content and extend the shelf life.*

**Key words:** oils, seeds, essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, confectionery masses.

UDC 665.3

### **DEVELOPMENT 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.

*In terms of amino acid composition, the protein of wheat or rye flour is far from the protein that is taken as a standard. In the protein of wheat flour, of the eight essential amino acids for an adult, six are limited, in particular such important ones as sulfur-containing ones - methionine and cystine - and, as in other cereals, - lysine. Considering that bread and bakery products are part of the daily diet of every person, flour is a promising product for enrichment with essential ingredients. In this work, using mathematical modeling methods, a number of combined flour systems with an improved amino acid composition based on wheat flour and oil-containing raw materials, in particular soybean meal and flax meal, have been developed. The ratio of the components in the composition of oilseed meals has been established, namely, flaxseed meal: soybean meal = 68:32, at which the amino acid composition of the protein will be as close as possible to the reference. It has been found that the addition of 10 to 20% of this composition to flour makes it possible to obtain a combined system with an amino acid composition as close as possible to the formula of the protein taken as a standard. The biological value of the proteins of the modeled systems has been determined.*

**Key words:** oil-containing raw materials, oilseeds, meal, amino acids, SCOR, flour combined systems, modeling

UDC 665.1

**INVESTIGATION OF PHASE TRANSITIONS CHARACTERISTICS OF OLIVE OIL BY DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY**

**N. Sytnik**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**V. Mazaeva**, Candidate of Technical Sciences, Research Fellow, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

**Z. Fedyakina**, Head of the Research Department of Oil and Fat Processing Technology, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

*The article presents the results of research on the melting and crystallization of two samples of olive oil by differential scanning calorimetry. The thermal behavior of the samples was determined by monitoring the temperatures of the phase transitions during heating and cooling. A comparative evaluation of the obtained data for two experimental samples of olive oil was performed. Conclusions on the use of the obtained data in the oil and fat industry are formulated.*

**Key words:** olive oil, differential scanning calorimetry, melting process, crystallization process, phase transitions

UDC 665.3

**DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF SUNFLOWER SEEDS SELECTED FOR DEVELOPMENT OF CREAM-PAST**

**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

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

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

*The article analyzes information on the history of the development of dessert pastes based on nuts and oilseeds. Considerable attention has been paid to the indicators that are important in the development of cream pastes - the content of protein and fat. The physicochemical parameters of the confectionery sunflower seeds selected for further development have been determined. It was found that the content of oil and crude protein in such seeds is 44.8% and 30.6%, respectively, which has a positive effect on the final product - cream paste.*

**Key words:** sunflower seeds, sunflower cream paste, protein, fat, physical and chemical indicators

UDC665.3

**STUDY OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT PARAMETERS ON THE STABILITY OF THE CREAM-PASTE EMULSION SYSTEM**

**M. Labeiko**, 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

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

*The article considers the problem of protein deficiency in the diet of the population and substantiates the need for their consumption. Sunflower seeds and functional products based on it and, in particular, confectionery cream-pastes are presented as an actual source of protein*

substances. In addition, a list of the main components of the cream-paste is given and the influence of some parameters, such as the composition and amount of emulsifier, the temperature of the components during mixing, on the stability of the emulsion system of the cream-paste. The optimal ratio of taste balance in the cream-paste recipe of such ingredients as sugar and salt in the amount of 10% and 0.2%, respectively, was determined. The composition of the combined emulsifier for cream-paste was developed, namely: E471 - 0.45 g; E475 - 0.1 g; PGPR - 0.05 g. Rational technological parameters for the process of preparation of cream-paste are determined, namely: temperature of oil with emulsifier - 70 ° C, temperature of crushed kernel - 38-40 ° C, temperature of dissolution of dry components in water - 40-50 ° C, minimum mixing time - 5 minutes. It is proved that the temperature of all components during mixing should be the same, about 30-35 ° C, otherwise the cream-paste begins to flake off quickly.

**Keywords:** protein products, cream-paste, stability of emulsion system, recipe, rational technological parameters.

UDC 665.12

### **NEUTRALIZATION IN THE SELECTIVE SOLVENTS SYSTEM AS A WAY TO INCREASE OIL OXIDATIVE STABILITY**

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

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

*The article provides information on the effect of neutralizing oils in a neutralizing solution of a reasonable composition on the presence of oxidation products. It was found that as a result of neutralization of oils in the developed solution, a decrease in secondary oxidation products is provided in comparison with neutralization in an aqueous solution of NaOH. Neutralization of oils with a neutralizing solution of a substantiated component composition has practically no effect on the content of primary oxidation products.*

**Key words:** neutralization of oils, base of neutralizing solution, primary and secondary products of oil oxidation.

UDC 665.112.1

### **CONTROL AND OPERATIONS MANAGEMENT OF BETA-CAROTENE OIL EXTRACT PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS IN BIOTECHNOLOGICAL INDUSTRY**

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

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

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

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

*The issues of oxidative lability of oil solutions of microbiological  $\beta$ -carotene from *Blakeslea trispora* under the influence of factors causing their oxidative deterioration are considered. The factors that influence the oxidative stability of oily solutions of microbiological  $\beta$ -carotene have been substantiated. A quantitative dependence (in the form of a regression model) of the induction period of oil solutions of microbiological  $\beta$ -carotene, and, consequently, their shelf life, on the mutual influence of physicochemical parameters (peroxide value, moisture content, tocopherol content), determining the stability of oil solutions of  $\beta$ -carotene, has been established. to oxidation.*

**Key words:** industrial biotechnology,  $\beta$ -carotene, *Blakeslea trispora*, extractant, technological properties, peroxide number, moisture content, tocopherol content.

UDC 665.22

**COMPARISON OF MELTING AND CRYSTALLIZATION PROCESSES AND  
PARAMETERS OF PHASE TRANSFORMATIONS OF ANIMAL FATS**

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

**N.S. Sytnik**, Ph.D, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine;

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

*The article analyzes the fatty acid composition of experimental animal fats, namely: chicken, pork and beef, and identified the main fatty acids. The results of research of melting and crystallization processes of animal fats are given. The studies were performed by differential scanning calorimetry (DSC). The characteristic temperatures of phase transformations are determined and compared.*

**Key words:** *chicken fat, beef fat, beef fat, phase transformations, differential scanning calorimetry.*



## ЗМІСТ

Нові напрями досліджень щодо переробки насіння олійних культур, олій та жирів. <i>П.Ф. Петік, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва</i> .....	3
Аналіз стану виробництва олій і продуктів їх переробки в Україні. <i>В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва, Л.В. Висторон</i> .....	13
Research of technological factors influence on proteolytic enzyme inhibitors inactivation in oil seeds mixture. <i>A. Belinska, I. Petik, Z. Fediakyna</i> .....	22
Білково-жирова основа для харчування спортсменів як інгредієнт кондитерських виробів. <i>І.П. Петік, С.В. Бочкарев, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвєєва</i> .....	30
Розробка борошняних комбінованих систем підвищеної біологічної цінності. <i>Т.В. Матвєєва, В.Ю. Папченко</i> .....	45
Дослідження характеристик фазових переходів оливкової олії методом диференційної скануючої калориметрії. <i>Н.С. Ситнік, В.С. Мазаєва, З.П. Федякіна</i> .....	54
Встановлення фізико-хімічних показників насіння соняшнику, обраного для розробки крем-паст. <i>Т.В. Матвєєва, В.Ю. Папченко, С.Л. Волкотруб, Т.А. Свірська</i> .....	60
Дослідження впливу різних параметрів на стальбільність емульсійної системи крем-паст. <i>М. А. Лабейко, З.П. Федякіна, Т.В. Матвєєва</i> .....	66
Нейтралізація в системі селективних розчинників як спосіб підвищення окисної стабільності олій. <i>І.П. Петік, З.П. Федякіна</i> .....	71
Контроль та керування фізико-хімічними показниками олійного екстракту бета-каротину в біотехнологічній промисловості. <i>А.П. Белінська, Л.С. Мироненко, С.І. Самойленко, І.А. Бєлих</i> .....	75
Порівняння процесів плавлення та кристалізації та параметрів фазових перетворень тваринних жирів. <i>В.С. Мазаєва, Н.С. Ситнік, З.П. Федякіна</i> .....	81
Реферати.....	88
Рефераты.....	94
Abstracts.....	100

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>