

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛЕВЧУК ІРИНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 664: 665. 1/7: 539: 542/543

ДИСЕРТАЦІЯ

**НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ
ТЕХНОХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ
ПРОДУКЦІЇ ОЛІЙНОЖИРОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Спеціальність 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-
косметичних продуктів
18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання чужих ідей,
результатів і текстів мають посилання на відповідне джерело

І.В. Левчук

Науковий консультант: Демидов Ігор Миколайович, доктор технічних
наук, професор.

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Левчук Ірина Володимирівна. Науково-методологічні основи удосконалення технохімічного контролю сировини і готової продукції олійножирових виробництв. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів» (18 – Виробництво та технології).– Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, Харків, 2018.

Дисертаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню застосування системного комплексного підходу щодо створення сучасних схем технохімічного контролю сировини і готової продукції олійножирових виробництв з використанням виключно інструментальних методів аналізу: газорідинної хроматографії, високоефективної рідинної хроматографії, газової хромато-маспектроскопії, зонального капілярного електрофорезу та ін.

Україна є експортером рослинних олій, олійних культур та олійножировмістивних продуктів і в умовах Світової Організації Торгівлі (СОТ) повинна забезпечувати контроль за показниками безпеки продукції, яку поставляє на світовий ринок. Ця умова може бути виконана лише за наявності створення системи контролю вмісту шкідливих речовин не тільки в сировині та готовій продукції, а й на всіх стадіях виробництва олій та олійножировмістивних продуктів.

Слід зазначити, що на олійножирових підприємствах повсюди запроваджується система управління якістю та безпекою, яка базується на принципах міжнародних стандартів аналізу небезпечних факторів та критичних точок управління («НАССР»).

Сучасні технології передбачають нові підходи до переробки жировмістивної сировини, з'являються удосконалені класичні та інноваційні

технології олійножирового комплексу України, що сприяє виробництву широкого спектру повноцінних високоякісних жировмістивних продуктів харчування як підприємствами галузі, так і підприємствами суміжних галузей харчової промисловості.

Останнім часом актуальною стала проблема безпеки полімерних, зокрема поліетилентерефталатових (ПЕТ) пакувальних матеріалів. Ці матеріали містять пластифікатор – низькомолекулярні фталати, що хімічно не є зв'язаними з основним полімером, тому порівняно легко мігрують, зокрема, до олії, фасованої у ПЕТ–пляшку.

Таким чином, перелік контрольованих забруднювачів олій, жирів та жировмісних продуктів постійно розширюється, що вимагає постійного удосконалення та розробки нових методів їх визначення. Очевидно, що створення ефективної системи екологічного моніторингу стає все більш складною і багатоплановою науково-прикладною задачею.

Схеми технохімічного контролю вітчизняного олійножирового виробництва включають: контроль сировини і матеріалів, контроль технологічного процесу та контроль готової продукції. Вперше вони були створені у 60-х роках минулого століття, переглянуті у період 1970-1971, а у теперішній час є прерогативою технологічних регламентів тільки для конкретного підприємства.

На сьогодні більшість методів визначення показників якості та безпеки сировини, напівфабрикатів і готової продукції передбачають проведення тільки вибіркового періодичного аналізу. Ці способи не завжди забезпечують необхідну точність вимірювання, є трудомісткими, потребують великих витрат часу на проведення аналізу і тому у більшості випадків є непридатними для безперервного контролю особливо в ході технологічних процесів олійножирових виробництв.

Таким чином, створення науково обґрунтованих сучасних схем технохімічного контролю сировини і готової продукції олійножирових виробництв є важливою науково-прикладною проблемою, яку вирішує дисертаційна робота.

Актуальність виконаної здобувачем дисертаційної роботи обумовлено також необхідністю підвищення наукового, методичного та технічного забезпечення процесу гармонізації національних стандартів у відповідності з Законом України «Про основні принципи і вимоги до безпеки та якості харчових продуктів» від 22.07.2014 № 7602–VIII і відповідає сучасним пріоритетним напрямкам державної політики в галузі здорового харчування, яка передбачає створення сучасної інструментальної і аналітичної бази контролю якості і безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів.

На основі узагальнення теоретичних і експериментальних даних розроблено схему забруднення олійного насіння, соняшникової олії та олійножировмісних продуктів природними та антропогенними екоотоксикантами: пестицидами, поліхлорованими біфенілами, поліароматичними вуглеводнями, фталатами, сторонніми домішками органічного і неорганічного походження, харчовими добавками. До числа запобіжних заходів попередження фальсифікації олійножирових продуктів є розробка науково обґрунтованих методів визначення деяких харчових добавок і нехарчових домішок (зокрема, мінеральних олив, технічного курячого жиру).

Тому створення сучасних науково обґрунтованих схем техноімпортоконтролю сировини і готової продукції олійножирових виробництв є важливою науково-прикладною проблемою яку вирішує дисертаційна робота.

У дисертаційній роботі удосконалено стандартизовані методи визначення масової частки бенз(а)пірену, методи визначення воскоподібних речовин, визначання вмісту олив. Експериментально досліджено розподіл пестицидів різних класів у насінні соняшнику і продуктах його переробки. Розроблено науково обґрунтовані способи визначення пестицидів, в т.ч. за умови їх сумісної присутності.

Гармонізовано з міжнародними вимогами спосіб визначення поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) і встановлено, що вміст бенз(а)пірену є технологічним маркером по відношенню до суми ПАВ. Розроблено

пріоритетний спосіб визначення фталатів, що мігрують з ПЕТ-упаковки в рослинні олії та жировмісні продукти.

Теоретично та експериментально обґрунтовано необхідність застосування методів визначення жирнокислотного, ацилгліцерольного (в т.ч. індивідуального) та складу стеролової фракції для ідентифікації олій та жирів, зокрема для виявлення сторонніх домішок мінерального (мінеральних олів) та органічного (нехарчового курячого жиру) походження, тобто для цілей фальсифікації.

У дисертаційній роботі дістало подальшого розвитку удосконалення стандартизованого методу визначення воскоподібних речовин в оліях з використання спеціальних колонок, заміни коштовних адсорбентів та технологічних умов хроматографічного розділення. Удосконалення методів дослідження багатокомпонентної суміші пестицидів різних хімічних груп, а саме хлорорганічних пестицидів, фосфорорганічних пестицидів, неонікотиноїдів та феніламідів та поліхлорованих біфенілів в частині підготовки проб методом твердофазного екстрагування з використанням неорганічних сорбентів (флорисілу та силікагелю). Експериментальне обґрунтування способів виявлення поліароматичних вуглеводнів (антрацену, хризену, флуорантену і бенз(а)пірену) та здійснено гармонізацію методу з міжнародними вимогами.

Удосконалення та гармонізація з міжнародними стандартами способу визначення мінеральних олів у соняшниковій олії на підставі апробації стандартизованої методики, уточнення технологічних умов пробопідготовки, використання хімічних реагентів з високим ступенем чистоти та обов'язковою попередньою ідентифікацією природних вуглеводнів.

Створено накове та методологічне підґрунтя щодо створення національного стандарту щодо контролювання вмісту консервантів у жировмісних продуктах. Експериментально обґрунтовано придатність методів високоефективної рідинної хроматографії та капілярного електрофорезу для визначення харчових добавок (бензойної та сорбінової кислот за умови їх

сумісної присутності) в емульсійних жирових продуктах шляхом валідації запропонованих раніше методик.

Практичне значення роботи для олійножирової промисловості полягає у створенні комплексу сучасних методів визначення показників складу, якості і безпеки початкової сировини та готової продукції, необхідних для відповідних схем технохімічного контролю.

Результати дисертаційної роботи впроваджено на підприємстві ТОВ ТДВ «Укроліяпродукт» (м. Зіньків), а саме започатковано удосконалену технологічну схему аналізатора поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) на основі високоефективного рідинного хроматографа відповідно до вимог ISO 22959 для забезпечення початкового контролю сировини та готової продукції за вмістом бенз(а)пірену.

Результати досліджень увійшли до методики виконання вимірювання масової частки хлорорганічних пестицидів (γ -гексахлорциклогексану, гептахлору, ДДТ, ДДД, ДДЕ) у маргарині та жирах методом газорідинної хроматографії, яка розроблена Українським науково-дослідним інститутом олій та жирів Національної академії аграрних наук України (УкрНДІОЖ НААН) для ТОВ ТД «ЩЕДРО» (м.Запоріжжя).

Наукові дослідження дисертаційної роботи використано під час розробки трьох національних стандартів: ДСТУ 4689 «Продукти харчові. Методи визначення масової частки бенз(а)пірену», ДСТУ4602 «Олії. Методи визначення воскопо-дібних речовин», ДСТУ 7187-1 «Олії. Визначання вмісту олив. Частина 1. Метод готування проб, Частина 2. Аналізування». Стандарти застосовується підприємствами олійножирової галузі.

Наукові результати, які отримано здобувачем, апробовано та використано у Проблемній науково-дослідній лабораторії (ПНДЛ) Національного університету харчових технологій (НУХТ) при проведенні досліджень, що виконуються за кошти державного бюджету «Дослідження впливу високоенергетичної дискретної обробки для отримання модифікованої ліпидовмісної сировини, півфабрикатів і продуктів» ДР № 0114U007280С та

проекту «Технології рослинних олій із нетрадиційної сировини з використанням ферментних препаратів комплексної дії» реєстраційний номер – ДР № 0117U001245 – НУХТ (м. Київ).

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі на кафедрі технології жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів Національного університету харчових технологій (м. Київ) при підготовці студентів за спеціальністю 7.05170102 «Технологія жирів та жирозамінників». Здобувач є співавтором Методичних рекомендацій «Контроль якості та безпеки продуктів галузі» для студентів напряму 181 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання та Методичних рекомендацій до вивчення дисципліни «Інноваційні технології галузі» для студентів спеціальності 18101 «Технології жирів і жирозамінників» денної та заочної форм навчання. Результати досліджень запроваджено в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» під час викладання дисциплін «Матеріалознавство», «Управління якістю, система безпеки та експертиза харчових продуктів», науково-дослідній роботі студентів, аспірантів. Наукові здобутки використовуються при стажуванні фахівців підприємств ТОВ «Терафут» (м. Тульчин), ТОВ ТДВ «Укроліяпродукт», (м. Зіньків), та загалом спеціалістів олійножирової галузі на базі науково-методичної лабораторії хроматографічних досліджень ДП «Укрметртестстандарт».

Новизну теоретичних і технічних рішень дисертаційної роботи підтверджено одержанням 6-ти патентів України із них 2 патенти України на винахід.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано висновки. Теоретично та експериментально обґрунтовано необхідність застосування комплексного підходу до ідентифікації олій та жирів, зокрема, з метою виявлення сторонніх жирових і нежирових домішок у соняшниковій олії, тобто для цілей фальсифікації. Виявлено, що під час

аналізування низькожирних маргаринів, майонезів та салатних соусів, що містять модифіковані крохмалі, більш ефективним є застосування методу зонального капілярного електрофорезу (ЗКЕ).

Експериментально встановлено, що дієвими методами визначення пестицидів є: метод високотемпературної рідинної хроматографії (ВЕРХ) з УФ-детектором – при визначенні імідаклоприду; метод газорідинної хроматографії (ГРХ) – при визначенні металаксилу; методи газорідинної хроматографії з електронно-захоплюючим детектором (ГРХ/ЕЗД) та газорідинної хроматографії з мас-селективним детектором (ГРХ/МС) – під час аналізування поліхлорованих біфенілів. Науково обґрунтовано і сформульовано концепцію відносно застосування системного комплексного підходу щодо створення сучасних схем техноіміконтролю олієжирових виробництв на основі інструментальних методів аналізу.

Розроблено практичні рекомендації щодо удосконалення схем техноіміконтролю сировини і готової продукції у виробництві соняшникової олії, в т.ч. фасованої в полімерну тару, маргаринової продукції, майонезу та салатних соусів, купажованих олій. На підставі визначення жирнокислотного, ацилгліцерольного та складу стерольної фракції рекомендується використати під час розробки національного стандарту на курячий жир і його купажі з соняшnikовою олією та запровадити методологію визначення домішки курячого жиру до соняшnikової олії у техноіміконтроль готової продукції з метою запобігання фальсифікації, а також для контролювання складу купажів курячого жиру із соняшnikовою олією. Наукові результати дисертаційної роботи щодо використання сучасних інструментальних методів аналізу (ВЕРХ, ГРХ, ГРХ/МС та ін.) рекомендується використовувати під час оновлення нормативної бази олієжирової промисловості за напрямом «Методи визначення, правила приймання та відбору проб», а також для підвищення рівня гармонізації національних стандартів України. Запровадити широке впровадження стандартизованих методів та методик визначення природних екотоксикантів, харчових добавок та сторонніх домішок у техноіміконтролі

сировини і готової продукції олієжирових виробництв для підвищення конкурентоздатності і вирішення соціальних проблем, пов'язаних зі зменшенням впливу забруднювачів на здоров'я населення України.

Ключові слова: насіння соняшнику та продукти його переробки, олійножирова продукція, пестициди, поліхлоровані біфеніли, поліароматичні вуглеводні, фталати, сторонні домішки, харчові добавки, хроматографічні методи, технохімконтроль.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

1. Левчук І.В. Аспекти моніторингу олії та насіння соняшнику / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко // Збірник наукових праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2011. – Вип. 2 (14). – С. 315 – 321.

2. Levchuk I. Determination of benzo(a)pyrene in sunflower seeds, edible oils and derived products manufactured in Ukraine by liquid chromatography using fluorescence detector and gas chromatography using mass selective detector/ I.Levchuk, V.Kishenko, O.Golubets // Журнал Хроматографічного товариства. – Київ, 2011. – Т. XI. – № 1 – 2. – С. 5 – 11.

3. Левчук І.В. Визначення імідоклоприду в оліях, олієжировмісних продуктах та сировині / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Семенович, І.О. Різник // Стандартизація, сертифікація, якість. – Харків: ДП «УкрНДНЦ», 2012. – № 2 (75). – С. 52 – 54.

4. Levchuk I.V.The Benz(a)pyrene monitoring in sulflower seeds as the way to cancerogenic safety of food oiland fat containing / I.V.Levchuk, V.A.Kishenko, N.I. Oseiko // Журнал Хроматографічного товариства. – Київ, 2012. – Т. XII. – № 1 – 4. – С. 13 – 20.

5. Левчук І.В. Визначення сквалену – унікального фітостерину ліпідів методом газорідинної хроматографії / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко, О.В. Голубець, О.А. Литвиненко // Вісник Національного технічного

університету «ХП», серія: « Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХП». – 2013. – № 11 (985). – С. 137–141.

6. Левчук І.В. Визначення залишкового вмісту металаксилу в олійній сировині / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко, О.А. Литвиненко // Стандартизація, сертифікація, якість. – Харків: ДП «УкрНДНЦ», 2013. – № 2 (81). – С. 53 – 57.

7. Левчук І.В. Технологічні аспекти визначення розподілу пестицидів в оліях, макусі та шроті сировині / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко, О.А. Литвиненко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр, 2013. – № 6/11 (66). – С. 41 – 45.

8. Левчук І.В. Результати раунду XXII міжлабораторних порівнянь визначення вмісту хлорорганічних пестицидів у тестовому матеріалі ТМ25/65 сировині / І.В. Левчук, Г.Д. Кузнецов, О.О. Хотиненко, В.Г. Волошинець, М.С. Чічерін // Стандартизація, сертифікація, якість. – Харків: ДП «УкрНДНЦ», 2014. – № 1 (86). – С. 56 – 61.

9. Левчук І.В. Методологія скринінгу залишкових кількостей екотоксикантів в сировині, оліях та жирах / І.В. Левчук // Вісник Національного технічного університету «ХП», серія: « Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХП». – 2014. – № 17 (1060). – С. 116–123.

10. Левчук І.В. Визначення поліхлорованих біфенілів (ПХБ) в оліях та жирах / І.В. Левчук // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – № 1. – С. 113 – 119.

11. Левчук І.В. Аналіз факторів небезпеки продукції в техноімпортолі олієжирових виробництв / І.В. Левчук, М.І. Осейко, В.К. Тимченко // Технологічний аудит і резерви виробництва. – Харків: Технологічний центр, 2014. – № 5/2 (19). – С. 21 – 25.

12. Левчук І.В. Безпечність застосування поліетилентерефталатової (ПЕТ) упаковки у виробництві рослинних олій / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Східно-Європейський журнал

передових технологій. – Харків: Технологічний центр, 2014. – № 11 (66). – С. 27 – 31.

13. Левчук І.В. Дослідження вмісту бенз(а)пірену в оліях та жирах з використанням аналізатора Agilent 1200 / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, А.М. Єсауленко, І.І. Танасов // Журнал хроматографічного товариства. – Київ, 2014. – Т. XIV. – № 1 – 4. – С. 36 – 43.

14. Левчук І.В. Сучасні методи ідентифікації олій та жирів у технохімконтролі жиропереробного виробництва / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – 2015. – № 14 (1123). – С. 137–145.

15. Левчук І.В. Науково-методологічні основи створення національної нормативної бази олійножирової галузі / П.Ф. Петік, З.П. Федякіна, Л.І. Григорова, В.К. Тимченко, І.В. Левчук // Технологічний аудит і резерви виробництва. – Харків: Технологічний центр, 2015. – № 3/3 (23). – С. 9 – 14.

16. Левчук І.В. Амарантова олія – якість безпечність щодо використання як біологічно активної добавки / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – № 2. – С. 74 – 80.

17. Левчук І.В. Методологія виявлення домішки курячого жиру у соняшниковій олії / В.А. Кіщенко, І.В. Левчук, О.В. Голубець, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Технологічний аудит і резерви виробництва. – Харків: Технологічний центр, 2015. – № 6/4 (26). – С. 4 – 8.

18. Левчук І.В. Хроматографическое определение пестицидов в шестяном жире. Н.И. Осейко, И.В. Левчук, Т.И. Романовская // Scientific works university of food technologies volume LXII.– Plovdiv.–2015.–С.274-277.

19. Левчук І.В. Наукові аспекти методу визначення консервантів у олієжировмісних продуктах / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця, Т.В. Арутюнян // Збірник наукових праць Харківського державного

університету харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2016. – Вип. 1 (23). – С. 249 – 263.

20. Левчук І.В. Удосконалення методу визначення воскоподібних речовин в оліях за допомогою високотемпературної газорідинної хроматографії / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Технологічний аудит і резерви виробництва. – Харків: Технологічний центр, 2016. – № 2/4 (28). – С. 26 – 30.

21. Левчук І.В. Удосконалення методу контролювання домішок мінеральних олив у рослинних оліях / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХП», 2016. – № 1. – С. 51 – 58.

22. Левчук І.В. Технологічні аспекти запровадження системи безпечності харчових продуктів у схеми техноіміконтролю сировини і готової продукції олієжирових підприємств / І.В. Левчук, І.М. Демидов, В.К. Тимченко // Вісник Національного технічного університету «ХП», серія: «Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів». – Харків: НТУ «ХП». – 2016.- №29 (1201).- с.81-84.

23. Левчук І.В. Оцінка залишкового вмісту пестицидів у вовняному жирі при очищенні вовни з використанням високоенергетичної обробки / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, А.І. Українець, М.І. Осейко, В.М. Пасічний, А.І. Маринін // Вісник ХНТУ. – Херсон: ХНТУ, 2016. – № 2 (57). – С. 166 – 171.

24. Левчук І.В. Удосконалення технології визначення бенз(а)пірену та суми ПАВ в рослинних оліях / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХП», 2016. – № 3. – С. 1 – 10.

25. Левчук І.В. Виявлення фталатів методом хроматомас-спектрометрії – шлях до вирішення еколого-технологічної проблеми олієжирової галузі / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, А.І. Українець, М.І. Осейко, В.М. Пасічний, А.І. Маринін // Вісник ХНТУ. – Херсон: ХНТУ, 2016. – № 4 (59). – С. 111 – 115.

26. Левчук І.В. Особливості жирнокислотного складу вітчизняного борсукового жиру/Левчук І.В., Демидов І.М.,Тимченко В.К., Арутюнян Т.В.// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», серія: «Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів». – 2017. – № 18(1240). – С. 80-84.

27. Пат. на корисну модель 87237, Україна, МПК(2013.01) B01D 11/00. Спосіб очищення екстрактів матриці при хроматографічному визначенні пестицидів / М.І. Осейко, І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, заявник і патентоутримувач Національний університет харчових технологій. – № u 2013 11132; заяв. 18.09.2013;опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2.

28. Пат. на винахід 106178, Україна, МПК (2014.01) B01D 11/00, B01D 11/04 (2006.01), G01N 33/02 (2006/01), G01N 33/03 (2006/01), G01N 30/02 (2006/01). Спосіб очищення екстрактів матриць при хроматографічному визначенні пестицидів / М.І. Осейко, І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, заявник і патентоутримувач Національний університет харчових технологій.–№ a 2013 11129; заяв. 18.09.2013;опубл. 25.07.2014, Бюл. № 14.

29. Пат. на корисну модель 93151, Україна, МПК(2014.01) B01D 11/00.Спосіб очищення рослинних олій при хроматографічному визначенні мінеральних олів / М.І. Осейко, І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, заявник і патентоутримувач Національний університет харчових технологій.–№ u 2014 01954; заяв. 26.02.2014; опубл. 25.09.2014, Бюл. № 18.

30. Пат. на винахід 110257, Україна, МПК G01N 1/34(2006.01), G01N 33/03 (2006.01), B01D 15/22(2006.01), B01D 15/42(2006.01), G01N 30/14(2006.01). Спосіб очищення рослинних олій при хроматографічному визначенні в них мінеральних олів / М.І. Осейко, І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, заявник і патентоутримувач Національний університет харчових технологій.–№ a 2014 01953; заяв.26.02.2014;опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23.

31. Пат. на корисну модель 101355, Україна, МПК (2015.01) B01D 11/00. Спосіб хроматографічного визначення фталатів / М.І. Осейко, І.В. Левчук,

В.А. Кіщенко, заявник і патентоутримувач Національний університет харчових технологій. – № у 2015 01914; заяв. 04.03.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 17.

32. Пат. на корисну модель 105866, Україна, МПК(2016.01)) G01N 3006 (2006.01), C11B 11/00, B01D 15/42(2006.01). Спосіб хроматографічного визначення воскоподібних речовин/ М.І. Осейко, І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, Т.І. Романовська заявник і патентоутримувач Національний університет харчових технологій. – № у 2015 09125; заяв. опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7.

33. Левчук И.В. Масла растительные и семена подсолнечника: мониторинг бенз(а)пирена / И.В. Левчук, В.А. Кищенко, Н.И. Осейко // Масложировой комплекс. – Днепропетровск: ИА «Эксперт-Агро», 2011. – № 4 (35). – С. 44 – 46.

34. Левчук І.В. Моніторинг бенз(а)пірену в оліях та насінні соняшнику / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко // Химия и технология жиров. Перспективы развития масло-жировой отрасли: Материалы IV международной научно-технической конференции. – Алушта. – Харьков: УкрНИИМЖ НААН, 2011. – С. 32.

35. Левчук И.В. Применение газохроматографических методов анализа для идентификации жиров и жировых смесей / И.В. Левчук, В.А. Кищенко, О.В. Голубец, С.Н. Шкаруба // Масложировая индустрия-2011: Сборник докладов международной научно-практической конференции.–Санкт-Петербург: ВНИИЖ, 2011. – С. 158.

36. Левчук І.В. Визначення імідоклоприду в оліях, олієжировмісних продуктах та сировині / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Семенович, І.О.Різник // Міжнародна науково-практична конференція «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей».– Київ: НУХТ, 2012. – С. 91.

37. Левчук И.В. Методические аспекты определения пестицидов в семенах масличных культур и масложиродержащих продуктах / И.В. Левчук, В.А. Кищенко, Н.И. Осейко // Химия и технология жиров. Перспективы

развития масложировой отрасли: Материалы V международной научно-технической конференции. – Харьков: УкрНИИМЖ НААН, 2012. – С. 54.

38. Levchuk I. The benz[a]pyrene monitoring in sunflower seeds as the way to cancerogenic safety of food oils and oil and fat containing products / I. Levchuk, V. Kishchenko, N. Oseiko // The second north and east european congress on food-congress. – Kyiv: NUFT, 2013. – P. 36.

39. Левчук И.В. Оптимизация условий определения фталатов методом газожидкостной хроматомасс-спектрометрии – путь к решению эколого-технологической проблемы масложировой отрасли / И.В. Левчук, В.А. Кищенко, В.К. Тимченко // Масложировой комплекс. – Днепропетровск: ИА «Эксперт-Агро», 2013. – № 4 (43). – С. 40 – 43.

40. Левчук І.В. Визначення сумарного вмісту поліхлорованих біфенілів в олійній сировині і ліпидовмісних продуктах / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко // Друга міжнародна науково-конференція «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей». – Київ: НУХТ, 2013. – С. 139.

41. Левчук І.В. Уніфікація пробопідготовки на основі колонкової хроматографії при визначенні стійких органічних забруднювачів в оліях та жирах / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, М.І. Осейко // Третя міжнародна науково-конференція «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей». – Київ: НУХТ, 2014. – С. 119.

42. Левчук И.В. Обоснование методологии выявления фталатов методом газожидкостной хроматомасс-спектрометрии / И.В. Левчук, В.А. Кищенко, Н.И. Осейко // Масложировая отрасль: Технологии и рынок: материалы VII международной научно-технической конференции. – Харьков: УкрНИИМЖ НААН, 2014. – С. 42.

43. Левчук И.В. Идентификация масел по индивидуальному триглицеридному составу методом газовой хроматографии / И.В. Левчук, В.А. Кищенко, О.В. Голубец, С.Н. Шкаруба // Масложировая отрасль:

Технологии и рынок: материалы VIII международной научно-технической конференции. – Харьков: УкрНИИМЖ НААН, 2015. – С. 26.

44. Левчук І.В. Методологія виявлення фальсифікації соняшникової олії курячим жиром / І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, О.В. Голубець, С.М. Шкаруба, М.І. Осейко // II міжнародна науково-практична конференція: Якість і безпека харчових продуктів. – Київ: НУХТ, 2015. – С. 265.

45. Левчук І.В. Совершенствование схем техноконтроля масложировых производств / В.А. Кищенко, И.В. Левчук, В.К. Тимченко, К.В. Куница // Материалы IX международной научно-технической конференции [«Масложировая отрасль: технологии и рынок»]. – Днепропетровск: ИА «Эксперт-Агро», 2016. – С. 31.

ABSTRACT

Levchuk Iryna Volodymyrivna. Scientific and methodological bases for improving techno-chemical control of raw materials and finished products of fat-and-oil production. – Qualification scientific work at the manuscript.

A thesis for the Doctor's of Engineering by specialty 05.18.06 - technology of fats, essential oils and perfumery and cosmetic products. (18– Production and technologies).– National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The thesis is devoted to the scientific substantiation of the application of the system complex approach to the creation of modern schemes of technochemical control of raw materials and finished products of fat-and-oil production with the use of exclusively instrumental methods of analysis: gas-liquid chromatography, high-performance liquid chromatography, gas chromatography, zonal capillary electrophoresis, etc.

Ukraine is an exporter of vegetable oils, oilseed crops and anti-corrosive products and, in the context of the World Trade Organization (WTO), should ensure the control over the safety performance of products delivered to the world market. This condition can be fulfilled only in the presence of a system for monitoring the content of harmful substances not only in raw materials and finished products, but also at all stages of production of oils and oil-containing products.

It should be noted that in the fat-and-oil industry, a quality and safety management system is being introduced everywhere, based on the principles of international standards for the analysis of hazardous factors and critical management points (HACCP).

Modern technologies foresee new approaches to processing fatty raw materials, there are advanced classical and innovative technologies of the oil and fat complex of Ukraine, which promotes the production of a wide range of high-quality fat-

containing foods both by enterprises of the industry and enterprises of related branches of the food industry.

Recently, the problem of the polymer packaging materials safety, in particular polyethylene terephthalate (PET) packaging materials, has become topical. These materials contain a plasticizer - low molecular weight phthalates that are not chemically linked to the main polymer, therefore, they relatively easy migrate in particular to the oil packaged in a PET bottle.

Thus, the list of controlled contaminants of oils, fats and fat-containing products is constantly expanding, which requires constant improvement and development of new methods for their determination. It is obvious that the creation of an effective system of environmental monitoring becomes an increasingly complex and multifaceted scientific application task.

Schemes of technochemical control of domestic oil-and-fat production include the following: raw materials control, control of technological process and control of finished products. They were first created in the 1960s, revised in the period of 1970 – 1971, and at present it is the prerogative of technological regulations for a particular enterprise.

Today, most methods for determining the quality and safety of raw materials, semi-finished and finished products provide only selective periodic analysis. These methods do not always provide the necessary precision of measurement, are labor-intensive, require high time to analyze, and therefore in most cases, are unsuitable for continuous control, especially during the technological processes of oil-and-fat industries.

Thus, the creation of scientifically grounded modern schemes of technocontrol of raw materials and finished products of oil-and-fat production is an important scientific application problem solved by the thesis.

The thesis rationale is also stipulated by the need to improve the scientific, methodological and technical support of the harmonization process of national standards in accordance with the *Basic Principles and Requirements for Safety and Quality of Foods Act* dated July 22, 2014, №7602-VIII and corresponds to modern

priority directions of state policy in the field of healthy eating, which provides the creation of a modern instrumental and analytical framework for quality control and safety of food raw materials and foods.

It has been developed the scheme on the basis of theoretical and experimental data generalization of oilseed, sunflower oil and oily products contamination by natural and anthropogenic ecotoxicants, namely pesticides, polychlorinated biphenyls, polyaromatic hydrocarbons, phthalates, foreign impurities of organic and inorganic origin, and food additives. Among the precautionary measures to prevent falsification of oily-and-fat products there is the development of scientifically grounded methods for determining certain food additives and non-food impurities (in particular, mineral oils, technical chicken fat).

Therefore, the creation of modern scientifically grounded schemes of technochemical control of raw materials and finished products of oil-and-fat production is an important scientific application problem has been solved by the thesis.

It has been improved in the work the standardized methods for determining the mass fraction of benz(a)pyrene, methods for determining waxy substances, and determination of the oils content. The distribution of various classes pesticides in sunflower seed and products of its processing has been experimentally investigated. Scientifically proven methods of pesticide determination, including their simultaneous presence have been developed.

The method for determining polyaromatic hydrocarbons (PAH) has been harmonized with international requirements and it has been established that the content of benz(a)pyrene is a technological marker relative to the amount of surfactant. A priority method for determination of phthalates migrating from PET packaging in vegetable oils and oil-and-fat-containing products has been developed.

Theoretically and experimentally, the necessity of application methods for determining the fatty acid, acylglycerol (including individual) and composition of sterol fraction for oils and fats identification, in particular for detection of

contaminants of mineral (mineral oils) and organic (non-food chicken fat) origin, i.e. for the goals of falsification.

It has been further developed in the thesis the standardized method of waxy substances determination in oils using special columns, replacement of expensive adsorbents and technological conditions of chromatographic separation. It has also been developed the research methods improvement of multicomponent mixture of different chemical groups of pesticides, namely organochlorine pesticides, organophosphorus pesticides, neonicotinoids and phenylamides and polychlorinated biphenyls in the preparation of samples by solid phase extraction using inorganic sorbents (florisilum and silicagel). Experimental justification of methods for detecting polyaromatic hydrocarbons (anthracene, chrysene, fluoranthene and benz(a)pyrene) and harmonization of the method with international requirements have been provided.

The method for determining the mineral oil in sunflower oil based on standardized testing methods, refinement process conditions of sample preparation, the use of chemicals with high purity required, necessary preliminary identification of natural hydrocarbons has been improved and harmonized with international standards.

A scientific and methodological basis for establishing a national standard for control of preservatives content in fat containing products has been created. It has been proved the experimental studies suitability of HPLC methods and capillary electrophoresis to determine food additives (benzoic and sorbic acids provided their joint presence) in the fat containing emulsions by validating previously proposed methods.

The practical value of the work for the oil-and-fat industry is to create a set of modern methods for determining the composition, quality and safety of raw materials and finished products required for the relevant schemes of techno-chemical control.

The results of the work have been introduced at the Ukroliaproduct Ltd. (Zinkiv), namely, the improved technological scheme of the surfactant analyzer based on a high performance liquid chromatograph in accordance with ISO 22959

requirements for the initial control of raw materials and finished products by the content of benz(a)pyrene has been started.

The results of the research have been included into the method of measuring the mass fraction of organochlorine pesticides (γ -hexachlorocyclohexane, heptachlor, DDE, DDD, DDT) in margarine and fats by the method of gas-liquid chromatography, developed by the Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (UkrNDIOZh NAAN) for PJSC «Zaporizhzhya Oil and Fat Complex».

The scientific research has been used during the development of three national standards: DSTU 4689 «Food products. Methods of determining the benz(a)pyrene mass fraction», DSTU 4602 «Oils. Methods of determining wax-like substances», DSTU 7187-1 «Oils. Determination of oil content. Part 1. Sample preparation method, Part 2. Analysis». The standards are used by the oil and fat industry enterprises.

The scientific results obtained by the candidate have been tested and used in the Problem Research Laboratory (PRL) of the National University of Food Technologies (NUFT), have been also applied during research financed from the state budget concerning «Investigation of the effect of high-energy discrete processing for the production of modified lipid-containing feedstock, semi-finished products and products» DR №0114U007280C and the project «Technologies of vegetable oils from non-traditional raw materials using enzymes of complex action», registration number – 0117U001245 - NUFT (Kyiv).

The results of research are used in the educational process at the Department of Technology of Fat, Essential Oils and Perfumery and Cosmetic Products of the National University of Food Technologies (Kyiv) during the preparation of students on the specialty 181 «Technology of Fats and Fat Replacements». The candidate is a co-author of the Methodological recommendations «Quality and safety control of the branch products» for students of 18101 speciality «Food technologies and engineering» of full-time and extramural forms of study and Methodical recommendations «Innovative technologies of the branch» for students of the 181

specialities «Fat and fat substitute technologies» of full-time and extramural forms of study. The research results are introduced into the educational process of the technology department of fats and products of fermentation at the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» for such subjects as Materials Science, Quality Management, Security System and Expert Assessment of Foods, students and postgraduates' research. Scientific achievements are used in the training process of young specialists at «Terafut» LLC (Tulchin), «Ukroliyaprodukt» LLC (Zinkiv) enterprises, and all other specialists of the oil and fat industry on the basis of the research and methodological laboratory of chromatographic research at SE «Ukrmetrteststandart».

The novelty of theoretical and technical decisions of the thesis is confirmed by obtaining 6 (six) patents of Ukraine, 2 (two) of them are the patents of Ukraine for the invention.

Based on theoretical and experimental studies, the conclusions have been formulated. Theoretically and experimentally, the necessity of applying an integrated approach to the identification of oils and fats, in particular, with the purpose of identifying foreign fatty and non-fatty impurities in sunflower oil, that is, for the purpose of falsification, has been grounded. It has been found that the application of zone capillary electrophoresis (ZCE) method is more effective in the analysis of low-fat margarine, mayonnaise and salad dressings containing modified starches.

It has been experimentally found that effective methods for determining pesticides are the following: high-temperature liquid chromatography (HPLC) with a UV detector is effective for imidacloprid determination; Gas-liquid chromatography (GC) method – when determining metalaxyl; gas-liquid chromatography methods with electron-capturing detector (GC/ECD) and gas-liquid chromatography with a mass-selective detector (GC-MSD) – during the analysis of polychlorinated biphenyls. It has been scientifically substantiated and formulated the concept regarding the application of the system complex approach to the creation of modern schemes of technocontrol of oilseed production based on instrumental methods of analysis.

There have been developed the practical recommendations for improving schemes of technochemical control of raw materials and finished products in the sunflower oil production, including packaged in polymer (plastic) containers, margarine products, mayonnaise and salad dressings, blended oils.

On the basis of fatty acid determination, acylglycerol and the composition of the sterer fraction it is recommended to use the method in the development of national standard for chicken fat and its blends with sunflower oil and introduce a methodology for determining the impurity of chicken fat into sunflower oil in technochemical control of finished products in order to prevent falsifications and to control the chicken fat blends content with sunflower oil.

The scientific results of the thesis concerning the use of modern instrumental methods of analysis (HPLC, GC, GC/MSD, etc.) are recommended for updating the normative base of the oil and fat industry in «Methods of determination, rules of acceptance and sampling», as well as to increase the level of National Standards of Ukraine harmonization. To introduce a wide introduction of standardized methods and methods of determining natural ecotoxicants, food additives and foreign impurities in the technochemical control of raw materials and finished products of oil-and-fat production to increase competitiveness and solve social problems associated with reducing the impact of contaminants on Ukraine's population health.

Key words: sunflower seeds and its processing products, oil-and-fat products, pesticides, polychlorinated biphenyls, polyaromatic hydrocarbons, phthalates, foreign substances, food additives, chromatographic methods, technohimcontrol.

REFERENCES

1. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2011). Aspekty monitorynhu olii ta nasinnia soniashnyku, Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho derzhavnoho universytetu kharchuvannia ta torhivli, 2 (14), – P. 315–321.
2. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Holubets, O.V. (2011). Determination of benzo(a) pyrene in sunflower seeds, edible oils and derived products manufactured in Ukraine by liquid chromatography using fluorescence detector and gas chromatography using mass selective detector, Zhurnal Khromatohrafichnoho tovarystva, 1 – 2, – P. 5 – 11.
3. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Semenovych, V.K., Riznyk, I.O. (2012). Vyznachennia imidoklopyrydu v oliiakh, oliiezhyrovnisnykh produktakh ta syrovyni, Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist, 2 (75), – P. 52 – 54.
4. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2012). The Benz(a)pyrene monitoring in sunflower seeds as the way to cancerogenic safety of food oil and fat containing, Zhurnal Khromatohrafichnoho tovarystva, 1 – 4, – P. 13 – 20.
5. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I., Holubets, O.V., Lytvynenko, O.A. (2013). Vyznachennia skvalenu – unikalnoho fitosterynu lipidiv metodom hazoridynnoi khromatohrafii, Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriya: «Novi rishennya v suchasny`x tekhnologiyax», 11, – P. 137 – 141.
6. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I., Lytvynenko, O.A. (2013). Vyznachennia zalyshkovoho vmistu metalaksylu v oliinii syrovyni, Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist, 2 (81), – P. 53 – 57.
7. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I., Lytvynenko, O.A. (2013). Tekhnolohichni aspekty vyznachennia rozpodilu pestytsydiv v oliiakh, makusi ta shroty syrovyni, Skhidno-Yevropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii, 11 (66), – P. 41 – 45.
8. Levchuk, I.V., Kuznetsov, H.D., Khotynenko, O.O., Voloshynets, V.H., Chicherin M.S. (2014). Rezultaty raundu XXII mizhlaboratorykh porivnian

vyznachennia vmistu khlororhanichnykh pestytsydiv u testovomu materialy TM25/65 syrovyni, Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist, 1 (86), – P.56 – 61.

9. Levchuk, I.V. (2014). Metodolohiia skryninhu zalyshkovykh kilkostei ekotoksykantiv v syrovyni, oliiakh ta zhyrakh, Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriya: « Novi rishennya v suchasny`x tekhnologiyax», 17 (1060), – P. 116 – 123.

10. Levchuk, I.V. (2014). Vyznachennia polikhlorovanykh bifeniliv (PKhB) v oliiakh ta zhyrakh, Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia, 1, – P. 113 – 119.

11. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Tymchenko, V.K. (2014). Analiz faktoriv nebezpeky produktsii v tekhnokhimkontroli oliiezhyrovnykh vyrobnytstv, Tekhnolohichniy audyt i rezervy vyrobnytstva, 5/2 (19), – P. 21 – 25.

12. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2014). Bezpechnist zastosuvannia polietylentereftalatovoi (PET) upakovky u vyrobnytstvi roslynnykh olii, Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii, 11 (66), – P. 27 – 31.

13. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2015). Suchasni metody identyfikatsii olii ta zhyriv u tekhnokhimkontroli zhyropererobnoho vyrobnytstva, Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriya: « Novi rishennya v suchasny`x tekhnologiyax», 48 (1090), – P. 137 – 145.

14. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Yesaulenko, A.M., Tanasov, I.I. (2014). Doslidzhennia vmistu benz(a)pirenu v oliiakh ta zhyrakh z vykorystanniam analizatora Agilent 1200, Zhurnal khromatohrafichnoho tovarystva, XIV, 1–4, – P. 36–43.

15. Levchuk, I.V., Petyk, P.F., Fediakina, Z.P., Hryhorova, L.I., Tymchenko, V.K. (2015). Naukovo-metodolohichni osnovy stvorennia natsionalnoi normatyvnoi bazy oliino-zhyrovoy haluzi, Tekhnolohichniy audyt i rezervy vyrobnytstva, 3/3 (23), – P.9 – 14.

16. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2015). Amarantova oliia-yakist bezpechnist shchodo vykorystannia yak biolohichno aktyvnoi dobavky, *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, 2, – P. 74 – 80.

17. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Holubets, O.V., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2015). Metodolohiia vyivlennia domishky kuriachoho zhyru u soniashnykovii olii, *Tekhnolohichni audyt i rezervy vyrobnytstva*, 6/4 (26), – P.4 – 8.

18. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V., Arutiunian, T.V. (2016). Naukovi aspekty metodu vyznachennia konservantiv u oliiezhyrovmyshnykh produktakh, *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho derzhavnoho universytetu kharchuvannia ta torhivli*, 1 (23), – P. 249 – 263.

19. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2015). Udoskonalennia metodu vyznachennia voskopodibnykh rechovyn v oliiakh za dopomohoiu vysokotemperaturnoi hazoridynnoi khromatohrafii, *Tekhnolohichni audyt i rezervy vyrobnytstva*, 2/4 (28), – P. 26 – 30.

20. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2016). Udoskonalennia metodu kontroliuvannia domishok mineralnykh olyv u roslynnykh oliiakh, *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, 1, – P. 51 – 58.

21. Levchuk, I.V., Demydov, I.M., Tymchenko, V.K. (2016). Tekhnolohichni aspekty zaprovadzhennia systemy bezpechnosti kharchovykh produktiv u skhemy tekhnokhimkontroliu syrovyny i hotovoi produktsii oliiezhyrovnykh pidpriemstv, *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriya: « Innovacijni doslidzhennya u naukovy`x robotax studentiv»*, 29 (1201), – P. 81–84.

22. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Romanovskaia, T.Y. (2015). *Khromatohrafycheskoe opredelenye pestytsydiv v shestianom zhyre*, *Scientific works university of food technologies volume*, LXII, – P. 274 – 277.

23. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Ukrainets, A.I., Oseiko, M.I., Pasichnyi, V.M., Marynin, A.I. (2016). Otsinka zalyshkovoho vmistu pestytsydiv u vovnianomu zhyri pry ochyshchenni vovny z vykorystanniam vysokoenerhetychnoi

obrobky, Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», 2(57), – P. 166–171.

24. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2016). Udoskonalennia tekhnolohii vyznachennia benz(a)pirenu ta sumy PAV v roslynnykh oliiakh, Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia, 3, – P. 1 – 10.

25. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Ukrainets, A.I., Oseiko, M.I., Pasichnyi, V.M., Marynin, A.I. (2016). Vyiavlennia ftalatyv metodom khromatomaspektrometrii- shliakh do vyrishennia ekoloho-tekhnolohichnoi problemy oliiezhyrovoi haluzi, Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», 4(59), – P. 111 – 115.

26. Levchuk, I.V., Demydov, I.M., Tymchenko, V.K., Arutiunian, T.V. (2017). Osoblyvosti zhyrnokyslotnoho skladu vitchyznianoho borsukovoho zhyru, Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriya: « Innovacijni doslidzhennya u naukovy`x robotax studentiv», 18(1240), – P. 80 – 84.

27. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Kishchenko, V.A. (2014). Patent Ukrainy na korysnu model 87237. Sposib ochyshchennia ekstraktiv matryts pry khromatohrafichnomu vyznachenni pestytsydiv. Kyiv: DP “Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti”.

28. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Kishchenko, V.A. (2014). Patent Ukrainy na vynakhid 106178. Sposib ochyshchennia ekstraktiv matryts pry khromatohrafichnomu vyznachenni pestytsydiv. Kyiv: DP “Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti”.

29. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Kishchenko, V.A. (2014). Patent Ukrainy na korysnu model 93151. Sposib ochyshchennia roslynnykh olii pry khromatohrafichnomu vyznachenni mineralnykh olyv. Kyiv: DP “Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti”.

30. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Kishchenko, V.A. (2015). Patent Ukrainy na vynakhid 110257. Sposib ochyshchennia roslynnykh olii pry khromatohrafichnomu vyznachenni v nykh mineralnykh olyv. Kyiv: DP “Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti”.

31. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Kishchenko, V.A. (2015). Patent Ukrainy na korysnu model 101355. Sposib khromatohrafichnoho vyznachennia ftalativ. Kyiv: DP "Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti".

32. Levchuk, I.V., Oseiko, M.I., Kishchenko, V.A. (2016). Patent Ukrainy na korysnu model 105866. Sposib khromatohrafichnoho vyznachennia voskopodibnykh rehovyn. Kyiv: DP «Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti».

33. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2011). Masla rastytelnye y semena podsolnechnyka: monytorynh benz(a)pyrena, Maslozhyrovoi kompleks, 4 (35), – P. 44 – 46.

34. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2011). Monitorynh benz(a)pirenu v oliiakh ta nasinni soniashnyku, Khymyia y tekhnolohyia zhyrov. Perspektyvy razvytyia maslo-zhyrovoi otrasly: Materyaly IV mezhdunarodnoi nauchno-tekhnycheskoi konferentsyy, Kharkov: UkrNYMZh NAAN, – P.32.

35. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Holubets, O.V., Shkaruba, S.N. (2011). Prymenenye hazokhromatohrafycheskykh metodov analiza dlia ydentyfikatsyy zhyrov y zhyrovnykh smesei, Maslozhyrovaia yndustryia-2011: Sbornyk dokladov mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy, Sankt-Peterburh: VNYYZh, – P. 158.

36. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Semenovych, V.K., Riznyk, I.O. (2012). Vyznachennia imidoklopydu v oliiakh, oliiezhyrovnykh produktakh ta syrovyni, Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Tekhnichni nauky: stan, dosiahnennia i perspektyvy rozvytku miasnoi, oliiezhyrovoi ta molochnoi haluzei», Kyiv: NUKhT, – P.91.

37. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2011). Metodicheskye aspekty opredelenyia pestytsydov v semenakh maslychnykh kultur y maslozhyrosoderzhashchykh produktakh, Khymyia y tekhnolohyia zhyrov. Perspektyvy razvytyia maslozhyrovoi otrasly: Materyaly V mezhdunarodnoi nauchno-tekhnycheskoi konferentsyy, Kharkov: UkrNYMZh NAAN, – P. 54.

38. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2013). The benz(a)pyrene monitoring in sunflower seeds as the way to cancerogenic safety of food oils and oil

and fat containing products, The second north and east european congress on food-congress, Kyiv: NUFT, – P. 36.

39. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K. (2013). Optymyzatsyia uslovyi opredelenyia ftalatov metodom hazozhydkostnoi khromatomass-spektrometryy – put k reshenyiu ekoloho-tekhnologhycheskoi problemy maslozhyrovoy otryasly, Maslozhyrovoy kompleks. – Dnepropetrovsk: YA «Ekspert-Ahro», 4 (43), – P.40 – 43.

40. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2013). Vyznachennia sumarnoho vmistu polikhlorovanykh bifeniliv v oliinii syrovyni i lipidovmisnykh produktakh, Druha mizhnarodna naukovo-konferentsiia «Tekhnichni nauky:stan, dosiahnennia i perspektyvy rozvytku miasnoi, oliiezhyrovoy ta molochnoi haluzei», K.: NUKhT, – P. 139.

41. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2014). Unifikatsiia probopidhotovky na osnovi kolonkovoy khromatohrafii pry vyznachenni stiikykh orhanichnykh zabrudniuvachiv v oliiakh ta zhyrakh, Tretia mizhnarodna naukovo-konferentsiia «Tekhnichni nauky:stan, dosiahnennia i perspektyvy rozvytku miasnoi, oliiezhyrovoy ta molochnoi haluzei, K.: NUKhT, – P. 119.

42. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Oseiko, M.I. (2014). Obosnovanye metodolohyy vyivlenyia ftalatov metodom hazozhydkostnoi khromatomass-spektrometryy, Maslozhyrovaia otrasl: Tekhnolohyy y rynek: materyaly VII mezhdunarodnoi nauchno-tekhnycheskoi konferentsyy, Kharkov: UkrNYMZh NAAN, – P.42.

43. Levchuk, Y.V., Kyshchenko, V.A., Holubets, O.V., Shkaruba S.N. (2015). Ydentyfykatsyia masel po yndyvydualnomu tryhlytsyrydnomu sostavu metodom hazovoy khromatohrafyy, Maslozhyrovaia otrasl: Tekhnolohyy y rynek: materyaly VIII mezhdunarodnoi nauchno-tekhnycheskoi konferentsyy, Kharkov: UkrNYMZh NAAN, – P. 26.

44. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Holubets, O.V., Shkaruba, S.M., Oseiko M.I. (2015). Metodolohiia vyivlennia falsyfikatsii soniashnykovoy olii

kuriachym zhyrom, II mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia: Yakist i bezpeka kharchovykh produktiv, K.: NUKhT, – P. 265.

45. Levchuk, I.V., Kishchenko, V.A., Tymchenko, V.K., Kunytsia, K.V. (2016). Sovershenstvovanye skhem tekhnokhymkontrolia maslozhyrovykh proyzvodstv, Materyaly IX mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsyy [«Maslozhyrovaia otrasl: tekhnolohyy y rynok»], Dnepropetrovsk: YA «Ekspert-Ahro», – P. 31.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. Літературний огляд сучасного стану контролю вмісту харчових добавок і природних екотоксикантів у сировині і готовій продукції олійножирових виробництв.....	17
1.1. Загальна характеристика супутніх речовин рослинних і тваринних жирів та оцінка методів їх визначення.....	17
1.2. Класифікація природних екотоксикантів і забруднювачів харчових продуктів та основні шляхи потрапляння їх у олії, жири, жировмісні продукти.....	29
1.3. Технологічні аспекти запровадження системи НАССР на олійножирових підприємствах.....	61
1.4. Актуальні питання ідентифікації олій і жирів та проблеми фальсифікації.....	63
1.5. Сучасний стан схем технохімічного контролю сировини і мат та готової продукції олійножирових виробництв.....	65
1.6. Висновки за розділом 1.....	66
РОЗДІЛ 2. Методична частина.....	68
2.1. Характеристика рослинних олій, тваринних і модифікованих жирів, жировмісних продуктів, що підлягали технологічному моніторингу	77
2.2. Методики визначення пестицидів різних хімічних класів.....	81
2.3. Методика визначення поліхлорованих біфенілів методом ГРХ/МС та ГРХ/ЕЗД.....	93
2.4. Методика визначення бенз(а)пірену та суми 4-х ПАВ методом донорноакцепторної високоефективної рідинної хроматографії	93

2.5.	Методика визначення вмісту восків та воскоподібних речовин методом високотемпературної газорідинної хроматографії.....	95
2.6.	Методика визначення вмісту мінеральних олив в рослинних оліях.....	96
2.7.	Методика визначення харчових добавок в олійножировмісних продуктах.....	97
2.8.	Методика визначення фталатів методом ГРХ/МС.....	102
2.9.	Методика визначення жирнокислотного складу.....	103
2.10.	Методика визначення вмісту стерінового складу.....	106
2.11.	Методика визначення вмісту триацилгліцерінового складу....	109
2.12.	Висновки за розділом 2.....	130
РОЗДІЛ 3. Експериментальне визначення сторонніх жирів і нежирових домішок у соняшниковій олії та наукове вирішення проблеми ідентифікації природних та модифікованих жирів.....		
3.1.	Дослідження можливості виявлення домішки курячого жиру у сумішах з рослинними оліями.....	132
3.2.	Розробка методу визначення мінеральних олив у виробничих партіях соняшnikової олії.....	148
3.3.	Розробка методу визначення восків у виробничих партіях соняшnikової олії.....	155
3.4.	Розробка методу визначення харчових добавок у олійножирових продуктах (майонезах, маргаринах та соусах).....	164
3.5.	Висновки за розділом 3.....	178
РОЗДІЛ 4. Технологічні аспекти визначення пестицидів різних хімічних класів у олійному насінні та продуктах його переробки		
4.1.	Технологічні аспекти визначення пестицидів (імідоклоприду, тіаклоприду, металоксилу) у насінні олійних культур, оліях, жировмісних продуктах.....	180

4.2.	Експериментальне визначення хлорорганічних пестицидів та поліхлорованих біфенілів у рослинних оліях, жирах та жировмісних продуктах	190
4.3.	Висновки за розділом 4.....	204
РОЗДІЛ 5. Теоретичне та експериментальне узагальнення результатів технологічного моніторингу вмісту бенз(а)пірену та суми 4-х ПАВ (поліароматичних вуглеводнів) у насінні та олії соняшнику.....		
5.1.	Технологічні аспекти визначення бенз(а)пірену та суми 4-х ПАВ методом донорноакцепторної високоефективної рідинної хроматографії.....	207
5.2	Висновки за розділом 5.....	224
РОЗДІЛ 6. Наукове обґрунтування і розробка методу визначення фталатів в оліях та жировмісних продуктах, фасованих у полімерну тару.....		
6.1	Результати дослідження вмісту фталатів в рослинних оліях упакованих в ПЕТ.....	233
6.2.	Висновки за розділом 6	236
РОЗДІЛ 7. Розробка практичних рекомендацій щодо удосконалення схем технохімічного контролю сировини і готової продукції основних жиропереробних виробництв.....		
7.1.	Висновки за розділом 7.....	256
ВИСНОВКИ.....		257
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		261