

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

*Ідентичність за змістом  
з іншими примірниками  
дисертації засвідчую*

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

*Всесоюзний спеціалізований  
всесоюзний науковий центр  
050.05 ІІІ Структурний В.*



Перевалов Леонід Іванович

УДК 664.33:658.51

ДИСЕРТАЦІЯ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

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

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

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

 Л. І. Перевалов

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

Харків – 2021

## АНОТАЦІЯ

*Перевалов Л. І.* Науково-практичне обґрунтування інноваційних технологій переробки насіння олійних культур. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня 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, 2021.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню науково-прикладної проблеми – розробці науково обґрунтованих технологій переробки насіння соняшнику сучасної селекції з одержанням безлушпинного ядра, пресової харчової олії, комплексної переробки соняшnikової макухи та технології обрушування сафлора вітчизняних сортів для виробництва харчової олії.

Актуальною науковою проблемою є теоретичне обґрунтування та розробка сучасної ресурсозаощадної екологічно безпечної технології переробки насіння соняшника сучасної селекції з повним використанням харчового потенціалу та обрушування насіння сафлору вітчизняних сортів з одержанням харчової олії. Вирішенню цієї проблеми присвячено дисертаційну роботу.

Актуальність виконаної здобувачем дисертаційної роботи обумовлено також тим, що вона виконувалась в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт: «Дослідження процесів отримання білкових продуктів на підставі дослідження хімічного складу насіння соняшника вітчизняної селекції та розробка теоретичних основ технології одержання різноманітних форм білкових продуктів» (ДР № 0111U005035); «Наукове обґрунтування та розробка технології, нормативної і технологічної документації для переробки насіння олійних культур: соняшника, сої, ріпаку на одній технологічній лінії олійно-екстракційного

виробництва» (ДР № 0114U001498); «Створення харчових продуктів підвищеної біологічної цінності з використанням білкового концентрату із безлузгового ядра насіння соняшнику» (ДР № 0116U003221); «Потенціал вітчизняного ринку насіння олійних культур та продуктів їх переробки» (ДР № 0117U002375); «Визначення фізико-хімічних характеристик і складу насіння нових ліній та гібридів соняшнику» (ДР № 0119U000184), де здобувач був відповідальним виконавцем окремих етапів роботи.

Сформульовано робочі гіпотези про доцільність проведення досліджень основних стадій нових технологій: обрушування олійного насіння при мінусових температурах в полі відцентрових сил; «холодного» пресування сирого безлузгового ядра; екстракційного розділення макухи за допомогою спиртової екстракції в кавітаційній установці.

На основі інноваційних рішень зазначених проблем сформульовано нову концепцію переробки насіння соняшника, засновану на новій технології якісного обрушування насінин в попередньо охолодженому стані, принципах максимальної селективності (вибірковості) проведення основних процесів переробки; зміни послідовності їх проведення з урахуванням принципу поступового накопичення концентрацій супутніх речовин для полегшення їх виділення; відмови від проведення технологічних операцій, пов'язаних з підвищеною температурою переробки; використання хімічних реагентів та нехарчових розчинників, а також скорочення кількості операцій.

На основі розробленого способу обрушування олійного насіння в попередньо охолодженому стані експериментально виявлені закономірності процесу обрушування насіння соняшника високоолійного і кондитерського сортів, а також насіння сафлору сортів вітчизняної колекції, пов'язані з можливістю їх якісного (до глибини 95...99 %) обрушування незалежно від малої величини повітряного прошарку між ядром і оболонкою або повної його відсутності, як у насінні сафлору; можливістю якісного обрушування всіх фракцій, включаючи дрібні; виявлено вплив відношення вологість : мінусова температура обрушування на якісний склад рушанки і показники якості

обрушування олійного насіння. Показано можливості вирішення на стадії обрушування і ряду інших завдань: зниження в 2,3 – 2,8 рази виходів (в складі рушанки) олійного пилу, січки і непошкодженого ядра (ядра з носиком) та інші.

Науково обґрунтовано і визначено раціональні умови обрушування насіння соняшнику сучасної селекції і сафлору вітчизняних сортів при мінусових температурах. Раціональна (вона ж максимальна) ступінь обрушування сухих насінин соняшника становить 0,99 і досягається за температури обрушування -30...-50 °С і частоти ротора насіннерушки 26,7 с<sup>-1</sup>. Максимальний вихід і максимальне збереження цілого ядра досягаються при температурі -30...-50 °С, вологості насіння 6,0 % і мінімальних обертах ротора насіннерушки 20,0 с<sup>-1</sup>. Визначено органолептичні властивості, жирнокислотний і ацилгліцеріновий склад, склад стерінової фракції одержуваних олій. Доведено можливість вилучення якісної олії на шнекових пресах з сирого безлушпинного ядра без його попереднього подрібнення і волого-теплової обробки. Визначено ефективні параметри процесу пресування: величина необхідного навантаження, розмір щілин між зєєрними пластинами.

Науково обґрунтовано та розроблено технологію комплексної переробки соняшникової макухи з безлузгового ядра, за якою можна отримати: олію екстракційну, шрот (або борошно) та рослинний антиоксидант. Показано, що ці продукти можна одержати шляхом обробки макухи безлузгового ядра насіння соняшнику в кавітаційній установці харчовим розчинником (етиловим спиртом), або сумішшю розчинників (гексан : етиловий спирт). Розраховано ефективні параметри процесу (температура 60°С, тривалість – 20 хв.) та встановлено, що для досягнення більш високого ступеню вилучення олії (до 95 %) і хлорогенової кислоти (до 97 %) з макухи доцільно використовувати спосіб двоступеневого екстрагування.

Розроблено структурні схеми основних технологічних стадій інноваційної технології переробки насіння соняшнику. Розроблена технологія є універсальною для переробки насіння і інших плодів, що мають досить пластичне ядро і крихку оболонку.

На основі теоретичних і експериментальних даних про хімічний склад, мікроструктуру, агрегатний стан і реологічні властивості морфологічних частин і окремих структурних елементів насінини, виявлено закономірності, що розкривають складний механізм впливу базових і ефективних пластично-міцнісних властивостей насіння різного ступеню вологості, умов обрушування (низькотемпературного, динамічного та орієнтаційного факторів) на ступінь обрушування насіння і збереження цілого ядра.

Економічну доцільність запропонованої технології підтверджено розрахунками. Завдяки скороченню декількох технологічних операцій техніко-економічний ефект використання запропонованої технології полягає у зниженні матеріальних і енергетичних витрат. Доцільність застосування такої безвідходної технології підтверджується підвищенням прибутковості підприємств, оскільки дозволить отримувати одночасно три харчових продукти. Екологічна безпека виробництва заснована на частковій заміні нафтового розчинника на харчовий етанол. А у разі переробки екологічно чистої сировини і відсутності в розробленій технології чинників, що знижують екологічну безпеку, можна вважати, що випускна харчова продукція відповідає за якістю органічній.

В дисертаційній роботі вперше було визначено вплив орієнтаційних факторів (удар насінини об деку насіннерушки гострим, тупим або випадково орієнтованим кінцем) на процес обрушування дрібної фракції (3,2–3,4 мм) насіння соняшнику. Створено теоретичну закономірність, що пов'язує чинні уявлення щодо хімічного складу, структури та пластично-міцнісних властивостей морфологічних складових насінини високоолійного соняшнику з коефіцієнтом обрушування і ступенем збереження цілого ядра. Виявлена закономірність розширює існуючі уявлення про можливості управління процесами низькотемпературного обрушування, є науковим обґрунтуванням прийняття технологічних рішень. Введено поняття про критичне співвідношення між ефективними пластичними і ефективними міцнісними властивостями насінини та її частин, що пояснює екстремальну (з максимумом) низькотемпературну залежність коефіцієнту збереження цілого ядра, що дозволяє також визначити

положення максимуму на температурній шкалі обрушування. Виявлено реологічний характер соняшникової олії в ядрі насіння в діапазоні температур  $+20\dots-196^{\circ}\text{C}$ , що пояснює зміну пружно-пластичних властивостей плодової оболонки насіння під час обрушування. Одержано нові наукові дані щодо впливу дії тиску і температури пресування сирого безлузгового ядра, одержаного за умови обрушування високоолійного соняшнику за мінусових температур на ефективність вилучення олії. Одержано нові наукові дані щодо структурних показників, органолептичних властивостей соняшникової та сафлорової олій, одержаних з сирого безлузгового ядра методом холодного пресування, а також екстракційної соняшникової олії, білкового продукту та антиоксиданту, вилучених з харчової макухи.

В дисертаційній роботі набули подальшого розвитку теоретичні закономірності обрушування олійного насіння в умовах дії мінусових температур.

Практичне значення одержаних результатів для олійно-жирової промисловості полягає у створенні принципово нової ресурсозберігаючої екологічно безпечної технології переробки насіння соняшнику сучасної селекції та сафлору вітчизняних сортів, яка передбачає обрушування попередньо охолодженого насіння (в діапазоні  $-20\dots-50^{\circ}\text{C}$ ) з одержанням безлушпиного ядра соняшнику і ядрової фракції насіння сафлору з високим ступенем обрушування, достатнім для одержання харчової олії холодного пресування.

Таким чином, вдосконалення існуючих технологій промислової переробки насіння соняшнику і сафлору та створення нових технологій та обладнання для виробництва харчових білкових продуктів дозволить збільшити комплексне використання вітчизняної сировини і підвищити ресурси продовольчого білка в Україні.

Результати дисертаційної роботи пройшли випробування на підприємствах олійно-жирової та суміжних галузей, зокрема на підприємстві «Завод Фадєєв Агро» під час розробки початкових даних для проектування нових насіннерушок соняшнику сучасних гібридів та ліній; на НВ ПП «Інститут «ТЕКМАШ». Результати досліджень дисертаційної роботи Перевалова Л. І., які було проведено

в період 2015-2017<sup>о</sup>рр., використовуються в наукових розробках Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України (м. Харків). Для підприємств олійно-жирової галузі розроблено та узгоджено з УкрНДІОЖ НААН (м. Харків) практичні рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій. Результати наукових досліджень впроваджено у навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП» під час викладання дисциплін «Інженерне проектування технологій», у курсовому та дипломному проектуванні (в режимі активних методів навчання).

Основні положення дисертаційної роботи одержано здобувачем самостійно. Серед них: планування експериментів, виконання теоретичної та експериментальної частини роботи, здійснення вимірювання досліджуваних об'єктів, інтерпретація одержаних результатів та їх статистична обробка; формулювання висновків дисертації; розробка нормативної документації; впровадження отриманих результатів у виробництво та навчальний процес. Постановку мети і задач досліджень, обговорення і аналіз одержаних результатів виконано разом з науковим консультантом.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 38 наукових працях, у тому числі: 15 статей у наукових фахових виданнях України, 4 статті у закордонних періодичних наукових виданнях, 1 патент України, 3 – у галузевому виданні України; 15 – у матеріалах конференцій.

*Ключові слова:* насіння соняшнику, кондитерські сорти, насіння сафлору, вітчизняні сорти, мінусові температури, обрушування, безлушпинне ядро, олії холодного пресування, соняшникова макуха, комплексна переробка, технологічні та якісні показники.

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА**

1. Перевалов, Л. І., Купченко, В. А., Мельников, К. О. (2010). Дослідження процесу обробки насіння соняшнику перед обрушуванням шляхом ІЧ опромінення в щільному шарі. *Хранение и переработка зерна*, 10 (136), 64-66.

2. Перевалов, Л. І., Каретнікова, В. С., Сокол, Г. І., Тесленко, С. О. (2013). Економічні проблеми інноваційних технологій переробки насіння соняшника. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Серія: *Технічний прогрес та ефективність виробництва*, 67 (1040), 131–135.

3. Perevalov, L., Taradaichenko, M., Teslenko, S., Pakhomova, I. (2013). Optimal parameters of sunflower seeds dehulling process with freezing. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SIMPRESS*, 4, 374 – 375.

4. Перевалов, Л. І., Добрунов, Д. Є., Півень, О. М. (2013). Удосконалення технології отримання харчового білку та олії з насіння соняшника. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Серія: *Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*, 55 (1028), 113–118.

5. Перевалов, Л. І., Тесленко, С. О., Садовничий, Г. В. (2013). Безлушпинне ядро соняшнику для отримання кондитерських виробів. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Збірник наукових праць*, 2 (18), 84–91.

6. Перевалов, Л. І., Тесленко, С. А., Нетреба, А. А., Врюкало, Е. П., Садовничий, Г. В. (2014). Влияние условий обрушивания высокомасличного подсолнечника на переход восков в масло. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 1, 10 (67), 41–47.

7. Перевалов, Л. І., Литвиненко, О. А., Петик, П. Ф., Федякина, З. П., Добрунов, Д. Е. (2014). Получение белковых продуктов из ядра и шрота семян подсолнечника. *Современный научный вестник. Серія: Сельское хозяйство. Химия и химические технологии. Физика. Экология*, 46 (242), 10–16.

8. Перевалов, Л. І., Добрунов, Д. Є., Півень, О. М. (2014). Вплив попередньої підготовки безлушпинного ядра соняшника на ступінь вилучення олії. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. *Збірник наукових праць. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*, 16 (1059), 140–144.

9. Перевалов, Л. И., Добрунов, Д. Е., Пивень, Е. Н. (2015). Экстракт из безлузгового ядра подсолнечника – антиоксидант для кондитерского жира. *Інтегровані технології та енергозбереження*, 1, 78–81.

10. Перевалов, Л. И., Тесленко, С. А., Врюкало, Е. П. (2015). Особенности обрушивания гибридов подсолнечника в замороженном состоянии. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях»*, 14 (1123), 79–92.

11. Perevalov, L., Dobrunov, D., Piven, O. (2015). Determination of Antioxidant Activity of Solids Extracts Obtained from Sunflower Cakes. *Ukrainian Journal of Food Science*, 3, 2, 206–215.

12. Перевалов, Л. И., Добрунов, Д. Е., Пивень, Е. Н. (2015). Антиоксидант для смесевых растительных масел. *Оралдын гылым жаршысы (Уральский научный вестник)*, 9 (140), 66–70.

13. Перевалов, Л. И., Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Яковлева, І. М., Арутюнян, Т. В. (2019). Аналіз структурних показників олії сафлору, адаптованого в умовах східного лісостепу. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Частина 2*, 30 (69), 5, 98–103.

14. Перевалов, Л. І., Пивень, О. М., Тесленко, С. О. (2019). Вплив вологості насіння високоолеїнового соняшнику гібрида Український F1 на обрушування цього насіння в замороженому стані. *Інтегровані технології та енергозбереження*, 4, 56–63.

15. Перевалов, Л. І., Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Арутюнян, Т. В. (2020). Дослідження показників безпечності та окиснювальної стабільності сафлорової олії. *Інтегровані технології та енергозбереження*, 1, 72–81.

16. Перевалов, Л. І., Фадєєв, Л. В., Тимченко, В. К., Д'яченко, М. В. (2020). Технологічні аспекти одержання високоякісного ядра соняшнику для кондитерської промисловості. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*, 5 (1359), 51–55.

17. Перевалов, Л. І., Фадєєв, Л. В., Тимченко, В. К., Півень, О. М., Д'яченко, М. В. (2020). Теоретичні та експериментальні дослідження процесу обрушування насіння соняшнику кондитерського сорту. *Інтегровані технології та енергозбереження*, 2, 57–68.

18. Перевалов, Л. І., Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Арутюнян, Т. В., Попов, М. О. (2020). Технологічні та економічні аспекти переробки насіння сафлору вітчизняних сортів. *Przemysł: Nauka i studia*, 2 (204), 51–61.

19. Перевалов Л. І., Голодняк, В. О., Демидов, І. М., Тимченко, В. К., Півень, О. М., Мольченко, С. М. (2021). Теоретичні та експериментальні дослідження низькотемпературного обрушування високоолійного соняшнику в умовах дії відцентрованого поля. *Інтегровані технології та енергозбереження*, 1, 57 – 66.

20. Перевалов, Л. І., Попсуйшапка, А. В., Гладкий, Ф. Ф., Півень, О. М., Гірман, В. В., Тесленко, С. О., Калішевська, Н. В., Задорожний, В. К. (2017). Патент України 114205 С2. Київ: Державна служба інтелектуальної власності України.

21. Перевалов, Л. І., Попсуйшапка, А. В., Мочалова, Е. І., Варавина, К. В., Калишевская, Н. В., Тесленко, С. А., Долгарева, А. Е., В. В. Гирман (2009). *Новые возможности обрушивания подсолнечных семян с использованием «Удара холодом»*, Матеріали II Международной научно-технической конференции «Перспективы развития масложировой отрасли». – Алушта, Харьков: УкрНИИМЖ УААН.

22. Перевалов, Л. І., Тесленко, С. О., Попсуйшапка, А. В. (2010). *Порівняння деяких методів підготовки насіння соняшнику до обрушування*, Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». Харків: НТУ «ХП».

23. Перевалов, Л. І., Добрунов, Д. Є., Омельченко, Ю. Є., Півень, О. М. (2011). *Розробка технології самообрушування насіння соняшника*, Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». Харків: НТУ «ХП».

24. Перевалов, Л. И., Пивень, Е. Н., Попсуйшапка, А. В., Мочалова, О. И., Тарадайченко, М. В., Пахомова, И. В., Тесленко, С. А. (2011). *Обрушивание семян подсолнечника с использованием холода. Моделирование процесса*, Химия и технология жиров. Перспективы развития масложировой отрасли: тезисы докладов IV Международной научно-технической конференции. – Днепропетровск: ИА «Эксперт Агро».

25. Перевалов, Л. И., Пивень, О. М., Попсуйшапка, А. В., Добрунов, Д. Є. (2012). *Вдосконалення технології отримання рослинних олій та харчового білку*, Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». Харків: НТУ «ХПІ».

26. Перевалов, Л. И., Петік, П. Ф., Федякіна, З. П., Литвиненко, О. А., Григорова, Л. И., Пивень, Е. Н., Попсуйшапка, А. В. (2012). *О некоторых новых возможностях получения пищевых белковых продуктов из подсолнечного ядра*, Химия и технология жиров. Перспективы развития масложировой отрасли: тезисы докладов V Международной научно-технической конференции. – Днепропетровск: ИА «Эксперт Агро».

27. Перевалов, Л. И., Врюкало, К. П., Тесленко, С. А. (2013). *Вплив охолодження насіння при обрушуванні на вміст олії у лушпинні*, Матеріали XXI Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» Харків: НТУ «ХПІ».

28. Перевалов, Л. И., Козаченко, Н. М., Пишванов, В. В., Котляренко, В. А., Пивень, О. М., Попсуйшапка, А. В. (2013). *О некоторых особенностях использования плющильной зерной ячейки для извлечения масла из безлузгового ядра*, Перспективы развития масложировой отрасли: технологии и рынок. Тезисы докладов VI Международной научно-технической конференции. – Днепропетровск: ИА «Эксперт Агро».

29. Перевалов, Л. И., Добрунов, Д. Е., Пивень, Е. Н., Попсуйшапка, А. В. (2013). *Математическая модель процесса экстракции хлорогеновой кислоты из безлузгового ядра подсолнечника с использованием кавитационной установки*, Международные научные чтения «Информационно-вычислительные технологии

и математическое моделирование в решении задач строительства, техники, управления и образования». Сборник статей. Пенза: ПГУАС.

30. Перевалов, Л. И., Добрунов, Д. Е., Пивень, Е. Н. (2014). *Получение масла и пищевого белка двухстадийной экстракцией жмыха в кавитационном аппарате*, Материалы VII Международной конференции «Масложировая отрасль: технологии и рынок» Днепропетровск: «Эксперт Агро».

31. Перевалов, Л. И., Добрунов, Д. Е., Пивень, Е. Н. (2015). *Получение антиоксидантов из безлузгового ядра подсолнечника кавитационным методом*, Материалы XXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». MicroCAD-2015, 20-22 травня 2015 р.: у 4 ч. Ч. II. Харків: НТУ «ХП».

32. Перевалов, Л. И., Пивень, Е. Н. (2015). *Концепция усовершенствованной технологии переработки подсолнечника*, Материалы XXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». MicroCAD-2015, 20-22 травня 2015 р.: у 4 ч. Ч. II. Харків: НТУ «ХП».

33. Перевалов, Л. И., Голодняк, В. А., Мазаева, В. С., Дьяченко, М. В. (2015). *Исследования эффекта разупрочнения оболочки семян подсолнечника при их обрушивании в замороженном виде*, Материалы VIII Международной конференции «Масложировая отрасль: технологии и рынок» Днепропетровск: «Эксперт Агро».

34. Перевалов, Л. И., Березка, Т. А., Дьяченко, М. В., Корчагин, В. А., Лебедева, А. А. (2016). *Получение безлузгового ядра из промышленной смеси высокомасличных семян подсолнечника*, Материалы IX Международной конференции «Масложировая отрасль: технологии и рынок». Днепропетровск: «Эксперт-Агро».

35. Перевалов, Л. И., Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Арутюнян, Т. В. (2020). *Удосконалення технології підготовчих операцій під час переробки насіння сафлору вітчизняних сортів*, Материалы XXVIII Міжнародної науково-практичної

конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» Харків: НТУ «ХП».

36. Перевалов, Л. И., Пивень, Е. Н., Бутра, К. А. (2007). Улучшение качества масла прямого выделения из сырого ядра подсолнечника с использованием растворителя. *Збірник праць УкрНДІОЖ НААН України*, 1, 101–104.

37. Перевалов, Л. И., Пивень, Е. Н., Попсуйшапка, А. В., Тесленко, С. А. (2012). Новая технология обрушивания семян подсолнечника. *Масложировий комплекс*, 1 (36), 47-49.

38. Перевалов, Л. И., Литвиненко, О. А., Петик, П. Ф., Федякина, З. П., Добрунов, Д. Е. (2013). Получение белковых продуктов из семян подсолнечника. *Масложировой комплекс*, 2 (41), 37–40.

## ANNOTATION

*Perevalov L. I.* Scientific and practical substantiation of innovative technologies for oilseeds processing. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of doctor of technical sciences in specialty 05.18.06 «Technology of fats, essential oils and perfumery and cosmetic products» (18 – Production and technologies). – National Technical University«Kharkiv Polytechnic Institute», Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2021.

The dissertation is devoted to solving a scientific and applied problem – the development of scientifically grounded technologies for processing sunflower seeds of modern selection with obtaining a husk-free kernel, pressed edible oil, complex processing of sunflower oilcake and the technology of safflower's domestic varieties dehulling for production of edible oil.

An urgent scientific problem is the theoretical substantiation and development of a modern resource-saving environmentally friendly technology for processing sunflower seeds of modern selection with the full use of the food potential and dehulling of safflower's seeds domestic varieties to obtain edible oil. The dissertation work is devoted to solution of this problem.

The relevance of dissertation work, performed by the applicant, is also due to the fact that it was carried out within the framework of the state budget research work «Research of the processes of obtaining protein products based on the study of the chemical composition of sunflower seeds of domestic breeding and development of theoretical foundations of technology for obtaining various forms of protein products» (RW № 0111U005035); «Scientific substantiation and development of technology, regulatory and technological documentation for processing of oilseeds: sunflower, soybeans, rapeseed on one technological line of oil extraction plant» (RW № 0114U001498); «Creation of food products of increased biological value using protein concentrate from the husk-free sunflower kernel» (RW № 0116U003221);

«Potential of domestic market for oilseeds and products of their processing» (RW № 0117U002375); «Determining of physicochemical characteristics and composition of seeds of new lines and hybrids of sunflower» (RW № 0119U000184), where applicant was responsible executor of certain stages of work.

Work hypotheses have been formulated about the feasibility of researching main stages of new technologies: dehulling of oil seeds at subzero temperatures in the field of centrifugal forces; «cold» pressing of raw huskless kernel; extraction separation of oilcake using alcohol extraction in a cavitation unit.

On the basis of innovative solutions to these problems, a new concept of sunflower seed processing has been formulated, based on a new technology of high-quality dehulling of seeds in a pre-cooled state, the principles of maximum selectivity for carrying out the main processes of seed processing; changing the sequence of their implementation, taking into account the principle of gradual accumulation of related substances concentrations to facilitate their release; refusal to carry out technological operations associated with an increased processing temperature; use of chemicals and non-food solvents, as well as a reduction in the number of operations.

On the basis of the developed method for oilseeds dehulling in a pre-cooled state, the regularities of dehulling process of high-oil and confectionery varieties of seeds were experimentally revealed, as well as safflower seeds of domestic collection varieties, associated with the possibility of their high-quality (up to a depth of 95...99 %) dehulling regardless of small size of air gap between kernel and shell or its complete absence, as in safflower seeds; the possibility of high-quality dehulling of all fractions, including small ones; the influence of the ratio of humidity:subzero dehulling temperature on the qualitative composition of rushanka and indicators of oilseeds dehulling quality was revealed. Possibilities of solving at the stage of dehulling a number of other problems are shown: reduction by 2.3 – 2.8 times in the outputs (in composition of rushanka) of oil dust, chaffed and intact kernel (kernel with a spout) and others.

Scientifically substantiated and determined are rational conditions for dehulling of sunflower seeds of modern selection and safflower of domestic varieties at subzero

temperatures. Rational (it is also maximum) degree of dehulling of dry sunflower seeds is 0,99 and is achieved at a dehulling temperature of  $-30...-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  and seed dehulling machine rotor frequency of  $26,7\text{ s}^{-1}$ . Maximum yield and maximum preservation of the whole kernel are achieved at a temperature of  $-30...-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a seed moisture of 6,0 % and a minimum rotational seed dehulling machine rotor frequency of  $20,0\text{ s}^{-1}$ . Organoleptic properties, fatty acid and acylglycerol composition, composition of sterol fraction of obtained oils were determined. The possibility of obtaining high-quality oil on screw presses from a raw huskless kernel without its preliminary crushing and moisture-heat treatment has been proven. Effective parameters of pressing process have been determined: value of required load, size of the gaps between grain plates.

Technology of complex processing of sunflower oilcake from a husk-free kernel has been scientifically substantiated and developed, as a result of which it is possible to obtain: extraction oil, meal (or flour) and a plant antioxidant. It has been shown that these products can be obtained by treating oilcake of huskless sunflower seed kernel in a cavitation unit with a food solvent (ethyl alcohol) or a mixture of solvents (hexane:ethyl alcohol). Effective parameters of the process were calculated (temperature  $60^{\circ}\text{C}$ , duration – 20 minutes). It was found that in order to achieve a higher degree of extraction of oil (up to 95 %) and chlorogenic acid (up to 97 %) from oilcake, it is advisable to use a two-stage extraction method.

Structural diagrams of main technological stages of innovative technology of sunflower seeds processing have been developed. The developed technology is universal for processing seeds and other fruits with have a sufficiently plastic kernel and a fragile shell.

On the basis of theoretical and experimental data of the chemical composition, microstructure, aggregation state and rheological properties of morphological parts and individual structural elements of seeds, regularities have been revealed that show a complex mechanism of action of the basic and effective plastic-strength seeds properties of different degrees of moisture, dehulling conditions (low-temperature, dynamic and orientation factors) on the degree of seed dehulling and preservation of the whole kernel.

The economic feasibility of the proposed technology is confirmed by calculations. Due to the reduction of several technological operations, technical and economic effect of using the proposed technology is to reduce material and energy costs. Feasibility of using such a waste-free technology is confirmed by an increase in the profitability of enterprises, since it allows you to simultaneously receive three food products. Environmental safety of production is based on partial replacement of petroleum solvent with food grade ethyl alcohol. In the case of environmentally friendly raw materials processing and absence of factors that reduce environmental safety in this innovative technology, it can be assumed that the produced food products correspond to the quality of organic ones.

In the dissertation work, for the first time, influence of orientation factors (impact of seed on dehuller deck with a sharp, blunt or accidentally oriented end) on the dehulling process of fine fraction (3.2–3.4 mm) of sunflower seeds has been determined. A theoretical regularity has been created that connects current ideas about chemical composition, structure and plastic-strength properties of morphological components of the high-oleaginous sunflower seeds with dehulling coefficient and degree of the whole kernel preservation. Revealed regularity expands existing ideas about the possibilities of controlling processes of low-temperature dehulling, is the scientific justification for making technological decisions. Concept of the critical ratio between effective plastic and effective strength properties of seed and its parts is introduced, which explains extreme (with a maximum) low-temperature dependence of the whole kernel conservation coefficient, and also makes it possible to determine position of the maximum on temperature scale of dehulling. Rheological nature of sunflower oil in seed kernel in temperature range of +20...-196°C was revealed, which explains change in elastic-plastic properties of the fruit shell of seeds during dehulling. New scientific data have been obtained on the effect of pressure and temperature of pressing a raw, husk-free kernel obtained by dehulling high-oil sunflower seeds at sub-zero temperatures on the efficiency of oil extraction. New scientific data on the structural indicators, organoleptic properties of sunflower and safflower oils obtained

from the raw hull-free kernel by cold pressing, as well as extraction sunflower oil, a protein product and an antioxidant, isolated from food oilcake, have been obtained.

In the dissertation work, theoretical regularities of oilseeds dehulling under subzero temperatures were further developed.

The practical significance of dissertation work results for oil and fat industry lies in the creation of a fundamentally new resource-saving environmentally friendly technology for processing sunflower seeds of modern selection and safflower of domestic varieties, which provides for dehulling of pre-cooled seeds (in the range of  $-20...-50^{\circ}\text{C}$ ) to obtain a husk-free sunflower kernel and a high dehulling safflower kernel fraction sufficient to produce a cold pressed edible oil.

Thus, the improvement of existing technologies for industrial processing of sunflower and safflower seeds and creation of new technologies and equipment for production of food protein products will increase the integrated use of domestic raw materials and increase resources of food protein in Ukraine.

Results of dissertation work were tested at enterprises of oil and fat and related industries, in particular at the enterprise «Fadееv Agro Plant» in development of initial data for the design of new dehullers for sunflower seeds of modern hybrids and lines; at NV LLC Institute «TEKMASH». Results of research of L. I. Perevalov dissertation work carried out in the period 2015–2017, are used in scientific developments of V. Ya. Yuriev Institute of Plant Industry of the NAS Ukraine (Kharkov). For enterprises of oil and fat industry, practical recommendations on the introduction of innovative technologies have been developed and agreed with the UkrNDIOZH NAAS of Ukraine (Kharkov). Results of scientific research are introduced into educational process of department of technology of fats and fermentation products of NTU «KhPI» when teaching disciplines «Engineering design of technologies», in course and diploma design (in the mode of active teaching methods).

Main provisions of dissertation work were obtained by the applicant independently. Among them: planning experiments, performing theoretical and experimental part of the work, measuring the objects under study, interpreting of obtained results and their statistical processing; formulation of dissertation conclusions;

development of regulatory documents; implementation of obtained results in production and educational process. The setting of research goals and objectives, discussion and analysis of obtained results were carried out in cooperation with a scientific consultant.

Main results of dissertation work were published in 38 scientific works, including: 15 articles in scientific publications of Ukraine, 4 articles in foreign scientific periodicals, 1 patent of Ukraine, 3 – in a branch publication of Ukraine; 15 – in conference proceedings.

*Key words:* sunflower seeds, confectionery varieties, safflower seeds, domestic varieties, subzero temperatures, dehulling, husk-free kernel, cold-pressed oils, sunflower cake, complex processing, technological and qualitative variables.

## REFERENCES

1. Perevalov, L. I., Kupchenko, V. A., Melnykov, K. O. (2010). Doslidzhennia protsesu obrobky nasinnia soniashnyku pered obrushuvanniam shliakhom ICh oprominennia v shchilnomu shari. *Khranenye y pererabotka zerna*, 10 (136), 64-66.

2. Perevalov L. I., Karetnikova, V. S., Sokol, H. I., Teslenko, S. O. (2013). Ekonomichni problemy innovatsiinykh tekhnolohii pererobky nasinnia soniashnyka. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut»*. Seriya: *Texnichnyj progres ta efektyvnist vyrobnyctva*, 67(1040), 131–135.

3. Perevalov, L., Taradaichenko, M., Teslenko, S., Pakxomoya, I. (2013). Optimal parameters of sunflower seeds dehulling process with freezing. *Inzynieria i Aparatura Chemiczna. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SIMPRESS*, 4, 374 – 375.

4. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. Ye., Pyven, O. M. (2013). Udoskonalennia tekhnolohii otrymannia kharchovoho bilku ta olii z nasinnia soniashnyka. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut»*. Seriya: *Innovacijni doslidzhennya u naukovyx robotax studentiv*, 55 (1028), 113–118.

5. Perevalov, L. I., Teslenko, S. O., Sadovnychi, H. V. (2013). Bezlushpynne yadro soniashnyku dlia otrymannia kondyterskykh vyrobiv. *Prohresyvni tekhnika ta*

*tekhnohiiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli: Zbirnyk naukovykh prats*, 2 (18), 84–91.

6. Perevalov, L. I., Teslenko, S. A., Natreba, A. A., Vriukalo, E. P., Sadovnychi, H. V. (2014). Vlyianye uslovyi obrushyvanya visokomaslychnoho podsolnechnyka na perekhod voskov v maslo. *Skhidno-Yevropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnologii*, 1, 10 (67), 41–47.

7. Perevalov, L. I., Litvinenko, O. A., Petik, P. F., Fedyakina, Z. P., Dobrunov, D. E. (2014). Poluchenie belkovykh produktov iz yadra i shrota semyan podsolnechnika. *Sovremennyj nauchnyj vestnik. Seriya: Selskoe hozjajstvo. Himija i himicheskie tehnologii. Fizika. Jekologija.*, 46 (242), 10–16.

8. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. Ye., Pyven, O. M. (2014). Vplyv poperednoi pidhotovky bezlushpynnoho yadra sonyashnyka na stupin vyluchennya oliyi. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut»*. *Zbirnyk naukovyx pracz. Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovyx robotax studentiv*, 16 (1059), 140–144.

9. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. E., Piven, E. N. (2015). Ekstrakt iz bezluzgovogo yadra podsolnechnika – antioksidant dlya konditerskogo zhira. *Integrovani tekhnologii ta energozberezheniya*, 1, 78–81.

10. Perevalov, L. I., Teslenko, S. A., Vriukalo, E. P. (2015). Osobennosti obrushivaniya gibridov podsolnechnika v zamorozhenom sostoyanii. *Visnik Nacionalnoho tekhnichnoho universitetu «Harkivskij politekhnichnij instytut» Zbirnyk naukovyx pracz. Seriya: «Novi rishennya v suchasnyx texnologiyax»*, 14 (1123), 79–92.

11. Perevalov, L., Dobrunov, D., Piven, O. (2015). Determination of Antioxidant Activity of Solids Extracts Obtained from Sunflower Cakes. *Ukrainian Journal of Food Science*, 3, 2, 206–215.

12. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. E., Piven, E. N. (2015). Antioksidant dlya smesevyh rastitel'nyh masel. *Oraldyn gylym zharshysy (Ural'skij nauchnyj vestnik)*. – *Ural'sk, Kazahstan: TOO«Uralnauchkniga»*, 9 (140), 66–70.

13. Perevalov, L. I., Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Yakovleva, I. M., Arutiunian, T. V. (2019). Analiz strukturnykh pokaznykiv olii safloru, adaptovanoho v

umovakh skhidnoho lisostepu. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriiia: Tekhnichni nauky. Chastyna 2*, 30 (69), 5, 98–103.

14. Perevalov, L. I., Piven, O. M., Teslenko, S. O. (2019). Vplyv volohosti nasinnia vysokooleinovoho soniashnyku hibryda Ukrainyskyi F1 na obrushuvannia tsoho nasinnia v zamorozhenomu stani. *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, 4, 56–63.

15. Perevalov, L. I., Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Arutiunian, T. V. (2020). Doslidzhennia pokaznykiv bezpechnosti ta oksyniuvalnoi stabilnosti saflorovoi olii. *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, 1, 72–81.

16. Perevalov, L. I., Fadieiev, L. V., Tymchenko, V. K., Diachenko, M. V. (2020). Tekhnolohichni aspekty oderzhannia vysokoiakisnoho yadra soniashnyku dlia kondyterskoi promyslovosti. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiyi politekhnichnyi instytut»*. Seriya: *Innovacijni doslidzhennya u naukovykh robotax studentiv*, 5 (1359), 51–55.

17. Perevalov, L. I., Fadieiev, L. V., Tymchenko, V. K., Piven, O. M., Diachenko, M. V. (2020). Teoretychni ta eksperymentalni doslidzhennia protsesu obrushuvannia nasinnia soniashnyku kondyterskoho sortu. *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, 2, 57–68.

18. Perevalov, L. I., Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Arutiunian, T. V., Popov, M. O. (2020). Tekhnolohichni ta ekonomichni aspekty pererobky nasinnia safloru vitchyznianskykh sortiv. *Przemyśl: Nauka i studia*, 2 (204), 51–61.

19. Perevalov, L. I., Holodniak, V. O., Demydov, I. M., Tymchenko, V. K., Piven, O. M., Molchenko, S. M. (2021). Teoretychni ta eksperymentalni doslidzhennia procesu nyzkotemperaturnoho obrushuvannia vysokooliinoho soniashnyku v umovakh dii vidtsentrovanoho polia. *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, 1, 57–66.

20. Perevalov, L. I., Popsuishapka, A. V., Hladkyi, F. F., Piven, O. M., Hirman, V. V., Teslenko, S. O., Kalishevskaya, N. V., Zadorozhnyi, V. K. (2015). Patent Ukrainy UA 114205. Kyiv: Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy.

21. Perevalov, L. I., Popsujshapka, A. V., Mochalova, E. I., Varavina, K. V., Kalishevskaya, N. V., Teslenko, S. A., Dolgareva, A. E., Girman, V. V. (2009). *Novye*

*vozmozhnosti obrushivaniya podsolnechnykh semyan s ispol'zovaniem «Udara holodom»*, Materiali II Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Perspektivy razvitiya maslozhirovoj otryasli». – Alushta, Harkov: UkrNIIMZH UAAN.

22. Perevalov, L. I., Teslenko, S. O., Popsuishapka, A. V. (2010). *Porivniannia deiakykh metodiv pidhotovky nasinnia soniashnyku do obrushuvannia*, Materialy KhVIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia». Kharkiv: NTU «KhPI».

23. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. Ye., Omelchenko, Yu. Ye., Piven, O. M. (2011). *Rozrobka tekhnolohii samoobrushuvannia nasinnia soniashnyka*, Materialy KhIKh Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia». Kharkiv: NTU «KhPI».

24. Perevalov, L. I., Pyven, E. N., Popsuishapka, A. V., Mochalova, O. I., Taradaichenko, M. V., Pakhomova, Y. V., Teslenko, S. A. (2011). *Obrushyvanye semian podsolnechnykh s yspolzovanyem kholoda. Modelyrovanye protsessa*, Himija i tehnologija zhirov. Perspektivy razvitija maslozhirovoj otrasli: tezisy dokladov IV Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. – Dnepropetrovsk: IA «Jekspert Agro».

25. Perevalov, L. I., Piven, O. M., Popsuishapka, A. V., Dobrunov, D. Ye. (2012). *Vdoskonalennia tekhnolohii otrymannia roslynnykh olii ta kharchovoho bilku*, Materialy KhKh Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia». Kharkiv: NTU «KhPI».

26. Perevalov, L. I., Petik, P. F., Fediakina, Z. P., Lytvynenko, O. A., Hryhorova, L. Y., Pyven, E. N., Popsuishapka, A. V. (2012). *O nekotoryh novykh vozmozhnostyah polucheniya pishchevykh belkovykh produktov iz podsolnechnogo yadra*, Himija i tehnologija zhirov. Perspektivy razvitija maslozhirovoj otrasli: tezisy dokladov V Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. – Dnepropetrovsk: IA «Jekspert Agro».

27. Perevalov, L. I., Vriukalo, K. P., Teslenko, S. A. (2013). *Vplyv okholodzhennia nasinnia pry obrushuvanni na vmist olii v lushpynni*, Materialy KhKhI

Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia». Kharkiv: NTU «KhPI».

28. Perevalov, L. I., Kozachenko, N. M., Pishvanov, V. V., Kotliarenko, V. A., Piven, O. M., Popsuishapka, A. V. (2013). *O nekotoryh osobennostyah ispol'zovaniya plyushchil'noj zeernej yachejki dlya izvlecheniya masla iz bezluzgovogo yadra, Perspektivy razvitiya maslozhirovoj otrasli: tehnologii i rynek. Tezisy dokladov VI Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii.* – Dnepropetrovsk: IA «Jekspert Agro».

29. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. E., Pyven, E. N., Popsuishapka, A. V. (2013). *Matematicheskaya model processa ekstrakcii hlorogenovoj kisloty iz bezluzgovogo yadra podsolnechnika s ispolzovaniem kavitacionnoj ustanovki, Mezhdunarodnye nauchnye chteniya «Informacionno-vychislitelnye tehnologii i matematicheskoe modelirovanie v reshenii zadach stroitelstva, tekhniki, upravleniya i obrazovaniya».* Sbornik statej. Penza: PGUAS.

30. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. E., Piven, E. N. (2014). *Poluchenie masla i pishchevogo belka dvuhstadijnoj ekstrakciej zhmyha v kavitacionnom apparate, Materialy VII Mezhdunarodnoj konferencii «Maslozhirovaya otrasl': tehnologii i rynek».* Dnepropetrovsk: «Ekspert Agro».

31. Perevalov, L. I., Dobrunov, D. E., Piven, E. N. (2015). *Poluchenie antioksidantov iz bezluzgovogo yadra podsolnechnika kavitacionnym metodom, Materialy KhKhIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia».* MicroCAD-2015, 20-22 travnya 2015 r.: u 4 ch. Ch. II. Kharkiv: NTU «KhPI».

32. Perevalov, L. I., Piven, E. N. (2015). *Koncepcija usovershenstvovannoj tehnologii pererabotki podsolnechnika, Materialy XXIII Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi «Informacijni texnologiyi: nauka, texnika, texnologiya, osvita, zdorovya».* MicroCAD-2015, 20-22 travnya 2015 r.: u 4 ch. Ch. II. Kharkiv: NTU «KhPI».

33. Perevalov, L. I., Golodnjak, V. A., Mazaeva, V. S., Djachenko, M. V. (2015). *Issledovaniya efekta razuprochneniya obolochki semyan podsolnechnika pri ih*

*obrushivaniï v zamorozhennom vide*, Materialy VIII Mezhdunarodnoj konferencii «Maslozhirovaya otrasl: tekhnologii i rynok». Dnepropetrovsk: «Ekspert Agro».

34. Perevalov, L. I., Berezka, T. A., Dyachenko, M. V., Korchagin, V. A., Lebedeva, A. A. (2016). *Poluchenie bezluzgovogo yadra iz promyshlennoj smesi vysokomaslichnyh semyan podsolnechnika*, Materialy IX Mezhdunarodnoj konferencii «Maslozhirovaya otrasl': tekhnologii i rynok». Dnepropetrovsk: «Ekspert-Agro».

35. Perevalov, L. I., Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Arutiunian, T. V. (2020). *Udoskonalennia tekhnolohii pidhotovchykh operatsii pid chas pererobky nasinnia safloru vitchyznianykh sortiv*, Materialy XXVIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia». Kharkiv: NTU «KhPI».

36. Perevalov, L. I., Piven, E. N., Butra, K. A. (2007). Uluchshenie kachestva masla pryamogo vydeleniya iz syrogo yadra podsolnechnika s ispol'zovaniem rastvoritelya. *Zbirnyk prats UkrNDIOZh NAAN Ukrainy*, 1, 101–104.

37. Perevalov, L. I., Piven, E. N., Popsujshapka, A. V., Teslenko, S. A. (2012). Novaya tekhnologiya obrushivaniya semyan podsolnechnika. *Maslozhirovoj kompleks*, 1 (36), 47-49.

38. Perevalov, L. I., Litvinenko, O. A., Petik, P. F., Fedjakina, Z. P. Dobrunov, D. E. (2013). Poluchenie belkovykh produktov iz semyan podsolnechnika. *Maslozhirovij kompleks*, 2 (41), 37–40.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	11
ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1 Аналітичний огляд науково-технічної інформації щодо стану і проблем технології переробки насіння соняшнику сучасних гібридів та насіння сафлору вітчизняних сортів.....	23
1.1 Стратегія виробництва олійної сировини в Україні.....	23
1.2 Теоретичні основи чинної технології переробки насіння соняшнику та сафлору.....	26
1.3 Сучасні уявлення щодо хімічного складу, ультраструктури, фізико-механічних властивостей насіння соняшнику гібридних сортів і сафлору та їх морфологічних частин.....	38
1.4 Теорія та технологія обрушування насіння соняшнику та сафлору (в т.ч. за низьких негативних температур).....	45
1.5 Наукові та технологічні проблеми одержання рослинної олії методом пресування.....	46
1.6 Наукові напрямки комплексної переробки насіння соняшнику.....	55
Висновки за розділом 1.....	67
РОЗДІЛ 2 Характеристика сировини, речовин, допоміжних матеріалів, методик та обладнання, використаних у роботі.....	69
2.1 Загальна характеристика дисертаційного дослідження.....	69
2.2 Характеристика сировини, речовин, та допоміжних матеріалів, які використано в роботі.....	69
2.3 Методики та обладнання, які використано в дослідженні.....	74

2.3.1	Методики аналізу технологічних властивостей олійного насіння соняшнику і сафлору.....	75
2.3.2	Методика визначення міцності насіння соняшнику та сафлору.....	75
2.3.3	Методика лабораторного обрушування насіння соняшнику і сафлору.....	77
2.3.4	Аналіз рушанки насіння соняшнику і сафлору.....	80
2.3.5	Визначення показників ефективності процесу обрушування.....	81
2.3.6	Спосіб попереднього охолодження насіння соняшнику перед обрушуванням.....	83
2.3.7	Спосіб пресування сирого безлузгового ядра соняшнику у зерній плющильній комірці Іхно.....	85
2.3.8	Спосіб пресування сирого безлузгового ядра соняшнику у вдосконаленій зерній плющильній комірці Іхно.....	86
2.3.9	Методики визначення фізико-хімічних показників олій, отриманих з насіння соняшнику та сафлору.....	88
2.3.10	Метод визначення жирнокислотного складу олій, отриманих з насіння соняшнику та сафлору.....	89
2.3.11	Метод визначення ацилгліцеринового складу олій, отриманих з насіння соняшнику та сафлору.....	89
2.3.12	Методика визначення складу стерінової фракції олій, отриманих з насіння соняшнику та сафлору.....	90
2.3.13	Методи визначення вітамінів А та Е в оліях, отриманих з насіння соняшнику та сафлору.....	90
2.3.14	Методи визначення показників безпеки олій, отриманих з насіння	

соняшнику та сафлору.....	91
2.3.15 Спосіб кавітаційної обробки (подрібнення та екстрагування) соняшникової макухи.....	91
2.3.16 Методика визначення вмісту хлорогенової кислоти в соняшниковому шроті.....	93
2.3.17 Методика визначення фракційного складу білкових речовин у соняшниковому шроті.....	95
2.3.18 Методи визначення фізико-хімічних та органолептичних показників шроту соняшникового і борошна з нього.....	97
2.3.19 Методи теоретичного узагальнення результатів експериментальних досліджень щодо механізму руйнування плодової оболонки під час обрушування насіння за умови мінусових температур.....	98
2.4 Планування експериментів та статистична обробка результатів.....	99
2.5 Проведення економічних розрахунків.....	101
Висновки за розділом 2.....	103
РОЗДІЛ 3 Наукове обґрунтування технології обрушування соняшнику сучасної селекції та сафлору вітчизняних сортів.....	104
3.1 Аналіз фізико-механічних властивостей насіння соняшнику сучасної селекції.....	104
3.2 Закономірності обрушування за низьких температур насіння соняшнику гібриду Український <i>F1</i> (Україна).....	109
3.2.1 Порівняння складу рушанки насіння соняшнику гібриду Український <i>F1</i> в залежності від частоти обертання ротору і температури обрушування за різної вологості.....	109

3.2.2 Вплив вологості, температури та фракційного складу на показники ефективності оброщування насіння соняшнику гібриду Український <i>F1</i> .....	116
3.3 Закономірності оброщування за низьких температур насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> (Швейцарія).....	124
3.3.1 Вплив температури оброщування на склад рушанки насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> .....	124
3.3.2 Вплив вологості, температури та фракційного складу на показники ефективності оброщування насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> .....	126
3.3.3 Порівняння складу рушанки насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> в залежності від фракції і частоти обертання ротору, отриманої за різних температур оброщування.....	129
3.3.4 Порівняння показників ефективності процесу оброщування насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> в залежності від фракції і частоти обертання ротору, проведеного за різних температур.....	134
3.3.5 Порівняння складу рушанки насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> в залежності від вологості і частоти обертання ротору, отриманої за різних температур оброщування.....	137
3.3.6 Порівняння показників ефективності оброщування насіння соняшнику гібриду <i>NK Delfi</i> в залежності від вологості і частоти обертання ротору за різних температур оброщування.....	142
3.4 Дослідження процесу оброщування за низьких температур насіння соняшнику сорту кондитерський Лакомка (Україна).....	145
3.5 Закономірності оброщування за низьких температур насіння соняшнику	

гібриду Шумер (Україна).....	151
3.5.1 Вплив температури обрушування і частоти обертання ротору на склад рушанки насіння соняшнику гібриду Шумер.....	152
3.5.2 Вплив температури попередньої обробки і частоти обертання ротору на показники ефективності обрушування насіння соняшнику гібриду Шумер.....	153
3.6 Закономірності обрушування за низьких температур насіння соняшнику гібриду Гудвін (Україна).....	155
3.6.1 Вплив температури обрушування і частоти обертання ротору на склад рушанки насіння соняшнику гібриду Гудвін.....	155
3.6.2 Вплив температури попередньої обробки і частоти обертання ротору на показники ефективності обрушування насіння соняшнику гібриду Гудвін.....	156
3.7 Закономірності впливу методів охолодження насіння соняшнику сучасної селекції перед обрушуванням на заоліювання лушпиння.....	157
3.7.1 Дослідження впливу методів охолодження насіння соняшнику сучасної селекції перед обрушуванням на заоліювання лушпиння сорту Український <i>F1</i> .....	159
3.7.2 Дослідження впливу методів охолодження насіння соняшнику сучасної селекції перед обрушуванням на заоліювання лушпиння заводської суміші насіння високоолійного.....	164
3.8 Закономірності обрушування за низьких температур насіння сафлору вітчизняних сортів.....	167
Висновки за розділом 3.....	170

РОЗДІЛ 4 Дослідження технології пресування безлушпинного і малолушпинного ядра з попередньо охолодженого насіння олійних культур – соняшнику та сафлору.....	177
4.1 Дослідження впливу величини навантаження, технічних характеристик зеєру та температури обробки на вихід соняшникової олії під час пресування на зерній плющильній комірці Іхно.....	177
4.2 Дослідження впливу величини навантаження, технічних характеристик зеєру, температури пресування, терміну попередньої обробки соняшникового насіння у вихровому магнітному полі на вихід олії.....	179
4.3 Дослідження впливу величини навантаження, технічних характеристик зеєру, температури пресування, терміну попередньої обробки соняшникового насіння у вихровому магнітному полі на фізико-хімічні показники олії.....	181
4.4 Дослідження та аналіз фізико-хімічних, структурних та показників безпеки сафлорової олії холодного пресування.....	186
Висновки за розділом 4.....	189
Розділ 5 Технологія переробки соняшникової макухи з безлушпинного ядра екстрагуванням в кавітаційній установці.....	192
5.1 Обґрунтування способу екстрагування соняшникової макухи з безлушпинного ядра.....	192
5.2 Дослідження впливу способу підготовки безлушпинного ядра соняшнику до екстрагування в кавітаційній установці на ступінь вилучення олії та якісні показники одержаних продуктів.....	194
5.3 Дослідження впливу складу розчинника та технологічних факторів екстрагування на якісні показники отриманих продуктів.....	199

5.4 Дослідження впливу гідромодуля на ступінь вилучення олії з макухи.....	203
5.5 Дослідження залежності ступені вилучення олії та хлорогенової кислоти з макухи від температури екстрагування та концентрації етанолу в екстрагенті.....	205
5.6 Дослідження білкової фракції соняшникового шроту після обробки в кавітаційній установці.....	205
5.7 Обґрунтування способу виробництва харчового шроту, олії та жиророзчинного рослинного антиоксиданту з соняшникової макухи.....	210
5.8 Дослідження якісних показників і терміну зберігання одержаних білкових продуктів.....	214
5.8.1 Дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників харчового соняшникового шроту.....	214
5.8.2 Визначення основних фізико-хімічних і органолептичних показників харчового соняшникового борошна.....	218
5.8.3 Визначення основних фізико-хімічних і органолептичних показників екстракційної олії.....	222
Висновки за розділом 5.....	222
Розділ 6 Теоретичні узагальнення результатів експериментальних досліджень щодо механізму руйнування плодової оболонки та збереження ядра під час обрушування високоолійного насіння за умови мінусових температур.....	226
6.1 Залежність коефіцієнту обрушування насіння соняшнику від температури попередньої обробки насіння і частоти обертів ротору насіннерушки.....	227
6.2 Залежність коефіцієнту збереження ядра насіння соняшнику від	

температури попередньої обробки насіння і частоти обертів ротору насіннерушки.....	233
Висновки за розділом 6.....	239
Розділ 7 Обґрунтування та розробка інноваційних технологій переробки насіння олійних культур.....	242
7.1 Обґрунтування та розробка інноваційної технології отримання безлузгового і малолузгового ядра з олійного насіння.....	242
7.2 Обґрунтування та розробка інноваційної технології переробки безлузгового та малолузгового ядра способами «холодного» та «гарячого» пресування на шнекових пресах.....	247
7.3 Обґрунтування та розробка інноваційної технології комплексної переробки харчової соняшникової макухи з безлузгового ядра.....	248
Висновки за розділом 7.....	253
Розділ 8 Еколого-економічна доцільність інноваційних технологій переробки насіння олійних культур.....	254
8.1 Порівняння існуючої і розробленої технологій переробки насіння соняшнику.....	255
8.2 Оцінка інноваційної технології переробки насіння соняшнику з точки зору її екологічної безпеки та можливості отримання продуктів органічного якості.....	259
8.3 Розрахунок собівартості одержанного білкового продукту з соняшнику.....	261
Висновки за розділом 8.....	267
ВИСНОВКИ.....	269
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	274
ДОДАТКИ.....	301

Додаток А Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи у науковій розробки інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України .....	302
Додаток Б Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи у проектування установки для обробування насіння ТОВ «Завод «Фадєєв Агро».....	304
Додаток В Акт промислових випробувань результатів дисертаційного дослідження у НВ ПП «Інститут «ТЕКМАШ».....	306
Додаток Г Протокол між лабораторних порівнянь результатів випробувань соняшникового шроту (у вигляді білкового борошна).....	308
Додаток Д Технічні умови «Олія сафлорова харчова».....	311
Додаток Ж Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи при виконанні науково-дослідних робіт Українського науково-дослідного інституту олій та жирів НААН України.....	342
Додаток З Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП».....	345
Додаток К Список публікацій здобувача.....	348