

ВІДГУК

офіційного опонента Носенко Тамари Тихонівни
на дисертаційну роботу Перевалова Леоніда Івановича
**«Науково-практичне обґрунтування інноваційних технологій переробки
насіння олійних культур»**,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-
косметичних продуктів.

Актуальність теми.

Незважаючи на те, що проблемі вичерпного використання всіх складових компонентів насіння олійних культур присвячена низка робіт вітчизняних та закордонних науковців, наразі вона залишається остаточно не вирішеною.

Дисертаційна робота Перевалова Леоніда Івановича присвячена вирішенню даної науково-прикладної проблеми, а саме науковому обґрунтуванню ресурсоощадної технології переробки насіння соняшнику сучасної селекції та насіння сафлору із одержанням безлушпинного ядра, пресової олії, білкових продуктів на основі соняшникової макухи та антиоксидантного екстракту із соняшникової макухи.

Актуальність роботи обумовлена також необхідністю теоретичного обґрунтування процесу обрушування насіння соняшнику з метою одержання безлушпинного ядра, що дає можливість використовувати білкові продукти переробки насіння для одержання харчових білкових збагачувачів.

В дисертаційній роботі розроблено також сучасну ресурсозаощадну екологічно безпечну технологію переробки насіння соняшнику сучасної селекції з повним використанням його харчового потенціалу та обрушування насіння сафлору вітчизняних сортів з одержанням харчової олії.

Актуальність 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 соняшнику 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: соняшнику, 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.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Перевалова Л. І. є високою й базується на обґрунтованій постановці мети і завдань, проведенні комплексних досліджень процесів обрушування соняшникового та сафлорового насіння сучасної селекції за мінусових температур, впливу технологічних параметрів попередньої обробки насіння на процеси обрушування соняшникового насіння, переробки соняшnikової макухи з безлушпинного ядра. Особливості низькотемпературного обрушування насіння досліджені із використанням низки сортів сучасної вітчизняної та зарубіжної селекції.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки і рекомендації обґрунтовані і логічно випливають із одержаних експериментальних даних.

Результати експериментальних і теоретичних досліджень доповідались та обговорювались на науково-технічних конференціях та опубліковані в наукових фахових виданнях.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційної роботи забезпечена математичним планування експериментальних досліджень, статистичною обробкою експериментальних даних, високою відтворюваністю експериментальних даних, використанням сучасних інструментальних методів досліджень та традиційних хімічних методів аналізу.

Достовірність результатів досліджень обумовлена також широким використанням методів моделювання технологічних процесів, високою достовірністю апроксимації одержаних математичних залежностей.

Основними новими науковими результатами дисертації є:

- обґрунтування наукової концепції інноваційної технології переробки олійного насіння, яка забезпечує повне використання його харчового потенціалу;
- виявлення на прикладі обрушування насіння соняшнику гібридних сортів і сафлору, що ступінь обрушування не залежить від величини повітряного прошарку між ядром та лушпинням при попередній обробці за низьких мінусових температур;
- визначення ефективних технологічних параметрів обрушування високоолійних і кондитерських сортів насіння соняшнику і сафлору вітчизняних сортів, а саме доведено, що вихід цілого ядра збільшується: при зменшенні температури від $+20^{\circ}\text{C}$ до -20°C ; при збільшенні частоти обертання ротору від 15,00 до 18,33 c^{-1} ; при зменшенні вологості насіння від 7,0 до 1,5 %;
- теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження наявності залежностей між вологістю насіння і попередньою обробкою за мінусових температур для досягнення якісного обрушування олійного насіння;
- використання попередньої обробки за мінусових температур під час обрушування високоолійних і кондитерських сортів соняшнику, яка дозволяє зменшити вихід січки у складі рушанки у 2,5–2,8 рази, олійного пилу у 3–5 разів, а також подрібненого ядра у 1,9–2,0 рази;

– виявлено, що застосування мінусових температур під час обрушування високоолійного насіння соняшнику дозволяє зменшити втрати олії за рахунок зменшення заоліювання лушпиння;

– створення теоретичної закономірності, що пов'язує чинні уявлення щодо хімічного складу, структури та реологічних властивостей морфологічних складових насіння високоолійного соняшнику з коефіцієнтом обрушування і ступенем збереження цілого ядра. Виявлена закономірність розширює існуючі уявлення про можливість управління процесами низькотемпературного обрушування;

– формулювання поняття про критичне співвідношення між пластичними властивостями і ефективною міцністю насінини та її частин, що пояснює низькотемпературну залежність коефіцієнту збереження цілого ядра ($K_{зб.я}$) та дозволяє визначити положення максимуму ($K_{зб.я}$) на температурній шкалі обрушування;

– нові наукові дані щодо впливу тиску і температури пресування сирого безлушпинного ядра, одержаного під час обрушування насіння високоолійного соняшнику за мінусових температур на ефективність вилучення олії;

– нові наукові дані щодо компонентного складу, органолептичних властивостей соняшникової та сафлорової олій, одержаних з сирого безлушпинного ядра методом холодного пресування, а також екстракційної соняшникової олії, білкових продуктів та антиоксиданту, вилучених з харчової макухи;

– експериментальне підтвердження доцільності одержання харчового білкового продукту, олії та рослинного антиоксиданту з макухи безлузгового ядра методом кавітації.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

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

Розроблено технологічні схеми переробки насіння соняшнику сучасної селекції, комплексної технології переробки соняшникової макухи з одержанням харчового білкового продукту, олії та антиоксидантів, а також удосконалено технологічну схему переробки насіння сафлору.

Результати дисертаційної роботи пройшли випробування на підприємствах олійно-жирової та суміжних галузей. Для підприємств олійно-жирової галузі розроблено та узгоджено з УкрНДІОЖ НААН (м. Харків) практичні рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій.

Розроблено та узгоджено Технічні умови ТУ У 10.4 – 3199908465:2020 «Олія сафлорова харчова».

Крім того, результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХПІ», у курсовому та дипломному проектуванні.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

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. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 354 сторінки, серед них: 104 рисунки за текстом; 2 рисунки на окремих сторінках; 30 таблиць за текстом; 3 таблиці на окремих сторінках; список використаних джерел із 229 найменувань; 8 додатків на 53 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність досліджень щодо інноваційної технології переробки олійного насіння, яка забезпечує повне використання його харчового потенціалу, сформульовано мету і основні задачі, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, представлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, зазначено особистий внесок здобувача, надано відомості щодо апробації та реалізації результатів роботи.

У **першому розділі** наведено аналіз науково-технічної інформації щодо наукових даних щодо хімічного складу, ультраструктури, фізико-механічних властивостей насіння соняшнику гібридних сортів і сафлору та їх морфологічних частин, сучасних технологій переробки насіння сояшнику та сафлору, наукових напрямків комплексної переробки насіння соняшнику. В даному розділі проведено детальний аналіз окремих стадій переробки олійного насіння, а також біологічної цінності білкового комплексу насіння соняшнику.

У **другому розділі** представлено загальну схему досліджень дисертаційної роботи, надано перелік реактивів, матеріалів та методик проведення експериментальних досліджень, а також алгоритми обробки отриманих даних із зазначенням використаного обладнання.

Третій розділ присвячено науковому обґрунтуванню технології низькотемпературного обрушування насіння соняшнику та сафлору сучасної селекції. В даному розділі проаналізовано фізико-механічні властивості насіння соняшнику сучасної селекції, встановлено залежності показників ефективності обрушування від частоти обертання ротору, фракційного складу, температури та вологості обрушування.

На прикладі гібриду соняшнику Український *F1* показано, що максимальні значення ступеню вилучення ядра на рівні 96...100 % отримані в інтервалі вологості насіння 3,0...0,5 % при температурі обрушування -30 °С. Встановлено, що ні фракційний склад, ні вологість насіння при температурі їх обрушування +20 °С не впливають на коефіцієнт цілісності ядра, фактором, що ефективно впливає на коефіцієнт цілісності ядра, є мінусова температура попередньої обробки насіння. Вихід цілого ядра та вихід непошкодженого ядра збільшується при зменшенні температури від +20°С до – 20°С; при збільшенні

частоти обертання ротору від 15,00 до 18,33 с⁻¹; при зменшенні вологості насіння (*W*) від 7,0 до 1,5 %. Визначено технологічні параметри обрушування з попереднім охолодженням для отримання мінімального додаткового заоліювання лушпиння.

Визначено умови одержання максимального виходу ядрової фракції насіння сорту Лакомка, який досягається за температури мінус 20°C, низькій вологості насіння і максимальній швидкості обертання ротору насіннерушки.

Встановлено залежність ступеню обрушування насіння сафлору від температури попереднього охолодження і вологості насіння.

У **четвертому розділі** наведено результати дослідження технології пресування безлушпинного та малолушпинного ядра соняшнику та сафлору. досліджено вплив обробки насіння магнітним полем та надвисокочастотним полем на ефективність вилучення олії із попередньо охолодженого насіння соняшнику. Встановлено можливість підвищення якості пресової олії холодного пресування із сирого безлушпинного неподрібленого ядра шляхом зниження температури мезги з +20 °C до 0 °C та отримано олію, що перевищує за якістю олію звичайного холодного пресування.

П'ятий розділ присвячено експериментальним дослідженням процесів екстрагування олії із макухи, одержаної із безлушпинного ядра, у кавітаційній установці. Одержані результати підтверджують можливість одержання харчових білкових продуктів (борошна та шроту), олії та рослинного антиоксиданту (хлорогенової кислоти) екстрагуванням етиловим спиртом, або сумішшю етилового спирту та гексану з макухи безлушпинного ядра насіння соняшнику в кавітаційній установці.

Розроблено два способи одержання харчових продуктів з соняшникової макухи безлушпинного ядра. Перший – одноступенева екстракція соняшникової макухи у кавітаційній установці з такими технологічними параметрами: тривалість процесу – 20 хв.; температура процесу – 60 °C; гідромодуль 1 : 5. Другий спосіб обробки в кавітаційній установці передбачає максимально можливу ступінь вилучення екстракційної олії (до 96 %) і хлорогенової кислоти (до 98 %) і полягає у застосуванні двох ступенів екстрагування у кавітаційній установці з такими технологічними параметрами: температура – 60 °C; гідромодуль на першій стадії екстрагування 1 : 5, тривалість першої стадії – 10 хв.; гідромодуль на другій стадії екстрагування 1 : 4, тривалість – 10 хв. Вказаний спосіб передбачає селективне послідовне вилучення продуктів: харчового білкового шроту, екстракційної олії та антиоксиданту (сухих речовин екстрактів макухи).

У **шостому розділі** наведено теоретичний аналіз експериментальних даних щодо обрушування «сухого» (вологість 1 %) та «вологого» (вологість 6 %) насіння високоолійного гібриду соняшнику Український F1 з метою вивчення механізму обрушування насіння, а також максимального ступеню збереження ядра за мінусових температур обробки насіння. Розкрито механізм впливу мінусових температур обробки насіння перед обрушуванням на ступінь обрушування та вихід цілого ядра.

На думку автора однією з основних причин зростання коефіцієнту обрушування сухого насіння під час переходу від плюсових до мінусових температур є зміна базових пластично-міцнісних властивостей волокон целюлози з твердою адсорбційною поверхнею у бік підвищення їх міцності.

Пояснено особливу роль олійних сферосом, а також олії, що міститься в них, її агрегатного стану та реологічних властивостей, які обумовлюють досягнення максимумів виходу цілого ядра, суттєве зниження в складі рушанки олійного пилу, січки та подрібненого ядра за мінусових температур обрушування.

Відзначено, що вплив вологи на цілісність ядра зберігається на всьому інтервалі мінусових температур обробки насіння перед обрушуванням від 0 до -196 °С. Волога у всьому дослідженому інтервалі температур обрушування чинить пластифікуючу дію на структурний целюлозний скелет плодової оболонки та структуроутворюючі білки. Однак інтенсивність впливу вологи на коефіцієнт обрушування істотно знижується при температурах обрушування нижче -70 °С.

Сьомий розділ присвячено обґрунтуванню та розробці інноваційних технологій переробки насіння олійних культур (зокрема, описано послідовність підготовчих операцій, власне попередню температурну обробку заморожуванням та обрушування і пресування насіння), які забезпечують одержання безлушпинного ядра і харчової пресової олії (соняшникової або сафлорової), а також технологію комплексної переробки соняшникової макухи з одержанням високоякісної екстракційної олії, рослинного антиоксиданту та білкового борошна.

У **восьмому** розділі доведено еколого-економічну доцільність розроблених технологій, порівняно існуючу і розроблену технології переробки насіння соняшнику, розраховано виходи продуктів при переробці насіння соняшнику за інноваційними технологіями отримання безлушпинного і малолушпинного ядра з олійного насіння, переробки такого ядра способами «холодного» та «гарячого» пресування на шнекових пресах, а також комплексної переробки харчової соняшникової макухи із безлушпинного ядра, розраховано очікувані економічні показники ефективності розроблених інноваційних технологій.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Розділ 1: На стор. 36 дисертант не коректно порівнює калорійність соняшникової олії та вершкового масла, оскільки соняшникова олія є практично сумішшю ацилгліцеролів, в той час як вершкове масло - складний продукт, який містить водну фазу, при чому її вміст може досягати понад 35 %.

2. У Розділі 2 із опису способу пресування сирого безлушпинного ядра соняшнику у зерній плющильній комірці Іхно не зрозуміло, що є рушійною силою пресування. Чим відрізняється така плющильна комірка від

гідравлічного пресу?

3. Термінологія, яку використовує дисертант, не завжди зрозуміла. Наприклад, коефіцієнт обрушування насіння і ступінь обрушування. Очевидно, що це тотожні речі, які відрізняються лише розмірністю, проте в роботі дані параметри досліджуються як окремі характеристики. А на стор. 154 вводиться ще й поняття "коефіцієнт ефективності" обрушування. В роботі використовується термін "коефіцієнт збереження ядра", що є лексично не коректно, доцільно використовувати термін "коефіцієнт цілісності ядра".

4. В Розділі 3 автор допускає неточності в описі проведення експериментальних досліджень. Так, наприклад, на стор. 127 на рис. 3.24 наведено залежності показників ефективності процесу обрушування від температури насіння соняшнику гібриду *NK Delfi* під час обрушування, а на рис. 3.25 - залежність ступеню обрушування від температури попередньої обробки того ж насіння. Із тексту зрозуміло, що мова іде про один і той же експеримент, не зрозуміло, чому відрізняються назви рисунків?

5. На стор. 133 автор позначає формули 3.24-3.35 - для розрахунку складу окремих компонентів рушанки замість "вміст цих компонентів у рушанці".

6. На стор. 144 формули 3.56 і 3.57 позначені як $CO_{(+20)}(N, W)$ і $CO_{(-196)}(N, W)$, відповідно, проте мова, очевидно, іде про ступінь обрушування - $DC_{(+20)}(N, W)$ та $DC_{(-196)}(N, W)$.

7. На стор. 144 автор допускається помилки і стверджує: " За допомогою даних залежностей можна прогнозувати величину показників ефективності процесу обрушування насіння соняшнику ... вологістю 5,1 % від вологості і частоти обертання ротору при температурі обрушування +20 °C і -196 °C".

8. Висновків за Розділом 3 занадто багато, вони дуже перевантажені експериментальними даними, власне висновків недостатньо. Необхідно було б сформулювати їх лаконічніше, вичленивши основні закономірності. Наприклад, у висновку 13 стверджується: "При постійних швидкостях обертання ротору насіннерушки, вологості і розмірах насіння гібриду Шумер (Україна), попередньо заморожена насіннева маса обрушується краще, ніж насіння, що не підлягало заморожуванню". Про аналогічну закономірність, встановлену для насіння гібриду Гудвін, іде мова і у висновку №14. При цьому детально описуються всі технологічні параметри. Доцільно було б об'єднати ці висновки та вичленити основні закономірності, що характеризують залежності ефективності процесу обрушування насіння соняшнику від технологічних параметрів.

У висновку 15 вказано, що вплив вологості на заоліювання лушпиння буде мінімальним у діапазоні 1,0...2,5 % і -40...-60 °C і в той же час і у діапазоні 5,5...6,0 %.

9. У Розділі 4 як синоніми використовуються терміни "плющення" та "пресування", проте в технології переробки олійної сировини під цими термінами розуміють різні технологічні операції. Плющення - одержання пелюстки. Пресування - вилучення олії механічним віджиманням. В тексті Розділу зустрічаються такі формулювання, які не дають можливість зрозуміти

ідею, яку хотів донести автор роботи. Наприклад, "Під час дослідження впливу умов плющення сирого неподрібненого ядра насіння соняшнику в залежності від температури пресування та просвіту між пластинами пресу....."

10. У Розділі 4 в дослідженнях впливу технологічних параметрів на фізико-хімічні показники пресової олії вказано, що "Час обробки ядра надвисокочастотним випромінюванням варіювали в інтервалі 0,5...1,5 хв. з кроком 0,5 хв" (стор. 181). Далі по тексту зазначається, що "обробка неподрібненого ядра насіння соняшнику надвисокочастотним випромінюванням у дослідженому діапазоні не впливає на вищевказані аналітичні числа олії, що отримується пресуванням" (стор. 184). Проте на стор. 185 зроблено висновок, що раціональними умовами щодо якості олії є температура пресування 0 °С, тривалість обробки надвисокочастотним випромінюванням – 4,5 хв. та витримка в магнітному полі 0,5–1,5 хв.

11. В дослідженнях впливу способу підготовки безлушпинного ядра соняшнику до екстрагування в кавітаційній установці на ступінь вилучення олії та якісні показники одержаних продуктів (п. 5.2) потребують пояснення результати, наведені на рис. 5.2. Якщо представлені результати, одержані за однакового значення гідромодулю, тоді не зрозумілим є, чому найвищий ступінь вилучення олії досягається із цілого ядра, сировини із найвищою олійністю та незруйнованою клітинною структурою та ще й при використанні суміші неполярного розчинника із більш полярним етанолом. За таких умов екстрагування рівноважна концентрація олії в місцелі та гелевих частинках буде найвищою. До того ж дані, представлені на рис. 5,8 і 5.9 свідчать, що ступінь вилучення олії із макухи у 5 разів вищий за умови використання гексану у порівнянні із етанолом.

12. Варто уточнити, чому в табл. 5.3, в якій наведено характеристику зразків сировини в дослідженнях впливу складу розчинника та технологічних факторів екстрагування на якісні показники отриманих продуктів і сировиною є макуха (напівзнежирена пелюстка), проте масова частка жиру у зразках такої макухи різна. У такому випадку на ефективність екстрагування буде впливати і олійність макухи.

13. Не зрозуміло також, чому автор відносить екстрагований антиоксидант до жиророзчинних (стор. 210).

14. Не зрозумілим є також незначне збільшення сирого жиру зразків борошна соняшникового, одержаного за новою технологією, під час зберігання протягом 6 місяців (стор. 220). Можливо ці зміни знаходяться в межах довірчих інтервалів, проте вони в роботі не вказані.

15. До висновків за розділом 5 віднесено, дослідження технологічних факторів, які впливають на процес обрушування олійного насіння. Проте це не досліджувалось у даному розділі. У Висновку 3 повторено висновок 2. Далі по тексту (стор. 223) у висновках є твердження: "максимальне вилучення олії потребує використання неполярного розчинника, а хлорогенової кислоти – полярного", що власне не є висновком даної роботи.

16. Шостий розділ присвячено теоретичним узагальненням щодо механізму руйнування плодової оболонки під час обрушування насіння за

мінусових температур. Власне даним експериментальним дослідженням присвячено Розділ 3. На мій погляд, ці розділи можна було б об'єднати.

17. Не обґрунтованим є твердження на стор. 235 "У разі обробки насінневої маси за температур -30°C базова міцність олійних сферосом підвищується за рахунок зниження міцності оболонки.....". Адже за температури $-18...-19^{\circ}\text{C}$ міцність оболонок сферосом підвищується. Чому при подальшому зниженні температури міцність оболонок зменшується, а міцність олійних сферосом зростає? Не коректно писати також "підвищення температури обробки нижче за -30°C ". Адже якщо підвищення, то вище.

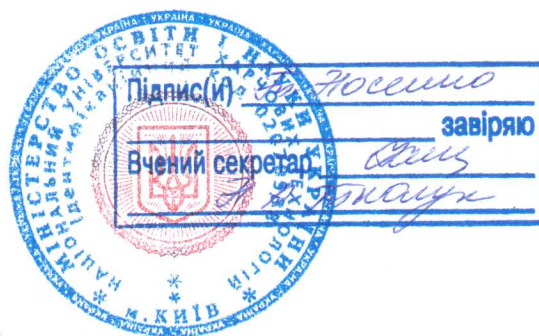
Незважаючи на вказані зауваження загальна оцінка дисертаційної роботи є позитивною.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Перевалова Леоніда Івановича «**Науково-практичне обґрунтування інноваційних технологій переробки насіння олійних культур**» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. Дисертація є завершеним, комплексним, узагальнюючим дослідженням, що розв'язує важливу проблему одержання безлушпинного ядра насіння соняшнику, розроблення та наукового обґрунтування технології комплексної переробки соняшnikової макухи з безлушпинного ядра, за якою можна отримати: олію екстракційну, харчове борошно та рослинний антиоксидант.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а її автор Перевалов Леонід Іванович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів.

Офіційний опонент
завідувач кафедри технології жирів,
хімічних технологій, харчових добавок
і косметичних засобів
Національного університету харчових
технологій
доктор технічних наук, професор
25. 08. 2021 р.



Тамара Носенко

Тамара НОСЕНКО