

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

співпрацює з компанією "Харківський
Рідні" № 64.050.05 А Фрунзюк Т.В.



УДК 664.33:658.51

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ
РОСЛИННОЇ ОЛІЇ З ВІТЧИЗНЯНИХ СОРТІВ САФЛОРУ**

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

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

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

Л. С. Мироненко Л. С. Мироненко

Науковий керівник: Перевалов Леонід Іванович, кандидат технічних наук,
доцент

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Мироненко Л. С. Удосконалення технології видобування рослинної олії з вітчизняних сортів сафлору. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата 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.

Дисертацію присвячено створенню науково обґрунтованої технології обробування насіння сафлору для отримання пресової олії харчового призначення. Актуальність теми дослідження пов'язана з тим, що, незважаючи на те, що в Інституті олійних культур НААН (м. Запоріжжя) створено національну колекцію сафлору, представлену сортами Сонячний, Живчик, Лагідний; наукові дослідження мають переважно селекційну або генетичну спрямованість. Комерційна привабливість вирощування сафлору полягає в його надзвичайній посухостійкості і високій якості одержуваної олії, яка є корисною завдяки високому вмісту в ній поліненасичених жирних кислот, переважно лінолевої (74,0-78,0 %). З насіння сафлору отримують олію, яку використовують як сировину у виробництві оліфи, білої фарби, емалей, мила, лінолеуму, біоетанолу, а також після рафінування – фармацевтичні препарати, косметичні засоби, продукти функціонального і дієтичного харчування. Інтерес до сафлору у багатьох країнах світу постійно підвищується, вже розроблені технології його вирощування та переробки.

В Україні сафлор є малопоширеною олійною культурою, площа посівів досі незначна – близько 5 тис.га у Херсонській області. Але площі засолених ґрунтів щорічно збільшуються і на теперішній час уже складають близько

4 млн га. Для їх рекультивації і подовження використання підходить саме культура сафлору.

Розширення обсягів виробництва сафлору – дуже приваблива річ. Пропонується використання площ, які у Південній частині України на теперішній час не забезпечують економічно вигідне та стабільне вирощування соняшнику. За думкою фахівців, площі сафлору повинні становити не менше 100 тис. га, що забезпечить додатково 100 тис. т олійної сировини.

Таким чином, культура сафлору має світовий попит і обсяги виробництва, до яких може долучитися і Україна. Формуванню позитивного ставлення до сафлору як цінної олійної культури у значній мірі сприятимуть наукові дослідження, спрямовані на одержання високоякісної сафлорової олії. Удосконалення потребують, зокрема, технології підготовчих операцій. Це пов'язано з тим, що насіння сафлору має такі морфологічні особливості, що технологія його переробки не передбачає обрушування, а олія, одержана з цілого насіння має гіркуватий присмак і тому використовується без рафінування тільки для технічних цілей.

Таким чином, розробка науково обґрунтованої технології обрушування насіння сафлору вітчизняних сортів для отримання високоякісної рослинної олії є актуальним науковим завданням, яке вирішується в дисертаційній роботі.

Актуальність теми та вагомість результатів дисертаційної роботи підтверджується тим, що вона виконувалась в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування та удосконалення методів видобування і переробки жирів, одержання продуктів бродіння, напоїв та виноробства» (ДР № 0116 U 000880), а також у відповідності з угодою № 46/1002012 про творчу науково-технічну співдружність між НТУ«ХП» та Харківським національним аграрним університетом ім. В. В. Докучаєва (м. Харків), в якому здобувач була відповідальним виконавцем окремих етапів.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи для олійножирової галузі полягає у розробці удосконаленої технології видобування харчової рослинної олії з насіння сафлору сорту Лагідний, адаптованого до умов

Східного Лісостепу. Розроблено та узгоджено проект технічних умов ТУУ 10.4 – 3199908465 – 001:2020 «Олія сафлорова харчова». Результати роботи впроваджено в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» під час викладання дисциплін «Основи фізіології та гігієни харчування», «Технологія галузі. Технологічні розрахунки, облік та звітність у галузі» та «Сучасні напрямки розвитку технології видобування жирів» для студентів денної та заочної форм навчання за освітньо-кваліфікаційними рівнями бакалавр та магістр; в курсовому та дипломному проектуванні, а також у науково-дослідній роботі студентів за спеціалізацією (акт впровадження від 02.02.2021 р.).

Визначено стандартизовані технологічні властивості насіння сафлору сорту Лагідний: масу 1000 насінин, вміст сміттєвих домішок, вологість, олійність, фракційний склад, зокрема, виявлено, що насіння сафлору цього сорту має досить велику олійність – 34,0-40,0 %. Міцність насіння в залежності від фракційного складу коливається в межах 68,65-127,50 Н (7,0-13,0 кгс).

Експериментально та за допомогою апроксимаційного моделювання визначено ефективні технологічні параметри обрушування у технології переробки насіння сафлору: інтервал температур попереднього охолодження - $35\div-45^{\circ}\text{C}$, вологість насіння 4,2 %, частота обертання ротору насіннерушки – $28,33\text{ c}^{-1}$, ступінь обрушування 85,40-92,55 %.

В лабораторних умовах одержано олію холодного пресування, в якій визначено органолептичні, фізико-хімічні, структурні показники та показники безпеки. Зокрема, показано, що основними жирними кислотами олії із сафлору сорту Лагідний є есенціальна лінолева кислота (74,4 %), олеїнова (15,1 %) та пальмітинова (7,2 %). Всього ідентифіковано дев'ять жирних кислот. Ацилгліцериновий склад досліджуваної кислоти сафлорової олії представлено шістьма групами ацилгліцеринів, ідентифікованих за вмістом вуглецевих атомів: С 48 – 1,7 %, С 50 – 20,2 %, С 52 – 72,7 %, С 54 – 4,1%, С 56 – 0,9 %, С 58 – 0,4 %. Проаналізовано стеринову фракцію неомилених речовин

сафлорової олії. Показано, що фітостерини олії сафлору представлено наступними ізомерами: 39,0 % β -ситостерину, 12,9 % стигмастерину, 6,4 % кампестерину та 3,5 % брасикастерину. Вітаміни сафлорової олії – це вітамін *A* (2,3 м.о. в (г) та вітамін *E* (32,2 мг %).

В дослідженнях виявлено, що за показниками безпеки (вмісту токсичних елементів, мікотоксинів, хлорогенових пестицидів, бенз(а)пірену) олія сафлорова холодного пресування відповідає нормативним показникам для рослинних олій.

В дисертаційній роботі досліджено методом диференційної скануючої колориметрії окиснювальну стабільність сафлорової олії холодного віджиму і показано, що період індукції її у 1,22 рази менше, ніж у соняшникової олії. Період індукції, а значить і окислювальну стабільність, можна підвищити уведенням водно-спиртових екстрактів деяких рослин. Зокрема, показано, що додавання 0,02 % водно-спиртового екстракту зеленого чаю подовжує період індукції сафлорової олії у 2,39 рази.

Розроблено вдосконалену технологічну схему переробки насіння сафлору з одержанням олії холодного та гарячого пресування та виконано економічну оцінку запропонованих технологічних рішень.

На підставі виконаних досліджень та випробувань зразків сафлорової олії у лабораторії інструментальних досліджень Українського науково-дослідного інституту олій та жирів Національної академії аграрних наук України та у відділі хроматографічних та радіологічних випробувань державної випробувальної лабораторії харчової та сільськогосподарської продукції Державного підприємства «Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації» розроблено та узгоджено проект технічних умов ТУУ 10.4 - 3199908465 - 001:2020 «Олія сафлорова харчова».

Ключові слова: насіння сафлору, вітчизняні сорти, попереднє охолодження, ефективне обрешування, олія холодного пресування, органо-лептичні, фізико-хімічні, структурні та показники безпеки сафлорової олії.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

1. Мироненко, Л. С., Кричковская, Л. В., Бондакова, М. В., Марченко, В. С., Шумакова, А. С., Федоренко, К. Ю. (2014). Антиоксидантная активность некоторых природных антиоксидантов. *Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*, 53 (1095), 59-66.
2. Мироненко, Л. С., Кричковская, Л. В. (2016). Защита масложировых продуктов от окислительной порчи. *Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*, 19 (1191), 87-91.
3. Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Криштоп, Є. А. (2016). Перспективи використання олії насіння сафлору у харчових та косметичних продуктах. *Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*, 29 (1201), 62-65.
4. Мироненко, Л. С., Криштоп, Є. А., Григорова, Л. І., Тимченко, В. К. (2019). Дослідження та аналіз технологічних властивостей насіння сафлору вітчизняних сортів. *Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*, 15(1340), 61-65.
5. Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Перевалов, Л. І., Яковлева, І. М., Арутюнян, І. В. (2019). Аналіз структурних показників олії з насіння сафлору, адаптованого до умов Східного Лісостепу. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 30(69). Частина 2*, 5, 98-103.
6. Мироненко, Л. С., Тимченко, В. К., Перевалов, Л. І., Арутюнян, Т. В. (2020). Дослідження показників безпечності та окиснювальної стабільності олії сафлорової. *Інтегровані технології та енергозбереження*, 1, 72-81.
7. Мироненко, Л. С., Перевалов, Л. І., Тимченко, В. К., Арутюнян, Т. В., Попов, М. О. (2020). Технологічні та економічні аспекти обрушування насіння сафлору вітчизняних сортів. *Nauka i studia*, 2(204), 51-61.
8. Мироненко, Л. С., Росихин, В. В., Кричковская, Л. В. (2014). *Природные антиоксиданты*, Сборник материалов II Международной научно-

практической конференции «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности». Харьков: НТУ «ХПИ».

9. Мироненко, Л. С., Кричковская, Л. В. (2019). *Технологические аспекты использования сафлорового масла*, Материалы XII Международной конференции «Масложировая отрасль: технологии и рынок». Киев: «Эксперт-Агро».

10. Мироненко, Л. С., Перевалов, Л. І., Тимченко, В. К., Арутюнян, Т. В. (2020). *Удосконалення технології підготовчих операцій під час переробки насіння сафлору вітчизняних сортів*, «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: матеріали XXVIII Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: НТУ«ХПІ».

ANNOTATION

Myronenko L. S. Improvement of vegetable oil production technology from domestic varieties of safflower. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of candidate 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 scientific substantiation and development of dehulling technology of safflower seeds from domestic varieties for production of edible vegetable oil. Urgency of research issue is related to the fact that, despite the fact that a national collection of safflower, which was created at the Institute of Oilseeds of the NAAS (Zaporozhye), is represented by the varieties Sonjachnyj, Zhivchyk, Lagidny; research studies have primary selective or genetic tendency. Commercial attractiveness of cultivation safflower lie in its extreme drought resistance and high quality of resulting oil, which is beneficial due to its high content of unsaturated fatty acids, predominantly linolic acid (74,0-78,0 %). Oil, obtained from safflower seeds, is used as a raw material in production of varnish, white paint, enamel, soap, linoleum, bioethanol, as well as after refining – pharmaceuticals, cosmetics, functional and dietary foodstuffs. Interest in safflower in many countries of the world is constantly increasing, already developed technologies for its cultivation and processing.

Safflower is rare oil-yielding crop in Ukraine, area under grain crops is still small – about 5 thousand hectares in Kherson region. But saline soils areas are annually increasing and now form about 4 million hectares. Safflower is suitable for revegetation of soils and prolongation of their usage.

Expansion of safflower production volume is a very attractive thing. It is proposed to use areas that currently do not provide economically sound and stable sunflower cultivation in the southern part of Ukraine. According to experts, the areas of safflower should be at least 100 thousand hectares, which will provide an additional 100 thousand tons of oil-yielding raw materials.

Thus, safflower crop has worldwide demand and production volumes to which Ukraine can join. Formation of a positive attitude to safflower as a valuable oil-yielding crop will be greatly facilitated by scientific investigations aimed at producing high-quality safflower oil. Improvements require, in particular, technologies for prior operations. This is because safflower seeds have such morphological features that technology of its processing is not provided for dehulling, and oil, obtained from whole seeds, has a bitterish taste without refining and is used only for technical purposes.

Thus, development of science-based technology of dehulling of safflower seeds domestic varieties for production of high-quality vegetable oil is an urgent scientific problem, which is solved in dissertation.

Relevance of a project and weight of dissertation results is confirmed by the fact that it has been carried out within of the state budget research work «Scientific justification and improvement of fats production and processing methods, obtaining of fermentation products, drinks and wine-making» (RW № 0116 U 000880), as well as in accordance with agreement № 46/100_2012 on creative scientific and technical partnership between NTU«KPI» and Kharkiv National Agricultural University named by V. V. Dokuchaev (Kharkiv), in which the applicant was responsible executor of separate stages.

Practical importance of dissertation work results for oil and fat industry consists in development of advanced technology for production edible vegetable oil from safflower varieties Lagidny, which adapted to conditions of the Eastern Forest Steppe. Tentative specifications of TCU 10.4 – 3199908465 – 001:2020 «Safflower edible oil» was developed and agreed. Results of dissertation work were implemented in educational process Technology of Fats and Fermentation Products Department of

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» during teaching of disciplines «Fundamentals of Physiology and Food Hygiene», «Technology. Technological calculations, accounting and reporting in industry» and «Modern development of fat extraction technologies» for full-time and external students at educational and qualification levels of bachelor and master; in course works and diploma theses, as well as in research works of students (implementation act 02.02.2021).

Standardized technological properties of safflower seeds of variety Lagidny are determined: weight of 1000 seeds, content of contaminant impurities, humidity, oil content, fractional composition, in particular, it is found that safflower seeds of this variety have a sufficiently high oil content – 37,0-40,6 %. Seed strength varies 68,65-127,50 *H* (5,0-13,0 kgf) depending on fractional composition.

Effective technological parameters of dehulling in safflower seed processing technology were determined experimentally and via using approximative modeling, namely: pre-cooling temperature range $-35\div-45^{\circ}\text{C}$, seed moisture close to 4,2 %, dehuller's rotary rotations – $28,33\text{ s}^{-1}$, degree of dehulling 85,4-92,55 %.

Cold-pressed oil was obtained in laboratory conditions, in which organoleptic, physicochemical, structural and safety parameters were determined. In particular, it has been shown that main fatty acids of safflower oil variety Lagidny are essential linoleic acid (74,4 %), oleic (15,1 %) and palmitic (7,2 %). In total, nine fatty acids were identified. Acylglyceric composition of safflower oil acid under investigation is represented by six groups of acylglycerines, identified by their carbon content: C 48 – 1,7 %, C 50 – 20,2 %, C 52 – 72,7 %, C 54 – 4,1 %, C 56 – 0,9 %, C 58 – 0,4 %. Sterol fraction of unsaponified substances in safflower oil was analyzed. It have been shown that safflower oil phytosterols are represented by following isomers: 39,0 % β -sitosterol, 12,9 % stigmasterol, 6,4 % campesterol and 3,5 % brasicasterol. Safflower oil vitamins – vitamin *A* (2,3 ppm (g) and vitamin *E* (32,2 mg %).

Research studies have shown that safety indices (content of toxic elements, mycotoxins, chlorogenic pesticides, benz(a)pyrene) of cold pressing safflower oil correspond with normative attributes for vegetable oils.

Oxidative stability of cold-pressed safflower oil was investigated by differential scanning calorimetry method in dissertation; and it is shown that its induction period is 1,22 times shorter than that of sunflower oil. Induction period and, therefore, oxidative stability, can be increased by inclusion of aqueous alcoholic extracts of some plants. Specifically, it has been shown that addition of 0,02 % green tea aqueous alcoholic extract prolongs induction period of safflower oil by 2,39 times.

Improved manufacturing scheme of safflower seeds processing with obtaining of cold-pressed and hot-pressed oil is developed and economic evaluation of proposed technological solutions is made.

On the ground conducted researches and tests of safflower oil samples at the instrumental research laboratory of Ukrainian research institute of vegetable oils and fats of the National academy of agricultural sciences of Ukraine and in department of chromatographic and radiological testing of the state testing laboratory of food and agricultural products of State enterprise «Kharkiv Regional Research and Production Center for Standardization, Metrology and Certification» tentative specifications of TCU 10.4 – 3199908465 – 001:2020 «Safflower edible oil» was developed and agreed.

Key words: safflower seeds, domestic varieties, pre-cooling, efficient dehulling, cold-pressed oil, organoleptic, physicochemical, structural and safety parameters of safflower oil.

REFERENCES

1. Myronenko, L. S., Krichkovskaja, L. V., Bondakova, M. V., Marchenko, V. S., Shumakova, A. S., Fedorenko, K. Ju. (2014). Antioksidantnaja aktivnost' nekotoryh prirodnyh antioksidantov. *Visnyk nacional'nogo tehnicznego universytetu «Harkivs'kyj politehnicznyj instytut»*, 53 (1095), 59-66.
2. Myronenko, L. S., Krichkovskaja, L. V. (2016) Zashhita maslozhirovih produktov ot okislitel'noj porchi. *Visnyk nacional'nogo tehnicznego universytetu «Harkivs'kyj politehnicznyj instytut»*, 19 (1191), 87-91.

3. Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Kryshtop, Je. A. (2016). Perspektyvy vykorystannja olii' nasinnja safloru u harchovyh ta kosmetychnyh produktah. *Visnyk nacional'nogo tehničnogo universytetu «Harkivs'kyj politehničnyj instytut»*, 29 (1201), 62-65.

4. Myronenko, L. S., Kryshtop, Je. A., Grygorova, L. I., Tymchenko, V. K. (2019). Doslidzhennja ta analiz tehnologichnyh vlastyvostej nasinnja safloru vitchyznjanyh sortiv. *Visnyk Nacional'nogo Tehničnogo Universytetu «HPI»*. *Serija: Innovacijni doslidzhennja u naukovyih robotah studentiv*, 15 (1340), 61-65.

5. Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Perevalov, L. I., Jakovleva, I. M., Arutjunjan, I. V. (2019). Analiz strukturnykh pokaznykiv olii' z nasinnja safloru, adaptovanogo do umov Shidnogo Lisostepu. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernads'kogo. Serija: Tehnični nauky. Tom 30(69). Chastyna 2*, 5, 98-103.

6. Myronenko, L. S., Tymchenko, V. K., Perevalov, L. I., Arutjunjan, T. V. (2020). Doslidzhennja pokaznykiv bezpechnosti ta okysnjuval'noi' stabil'nosti olii' saflorovoi'. *Integrovani tehnologii' ta energozberezhennja*, 1, 72-81.

7. Myronenko, L. S., Perevalov, L. I., Tymchenko, V. K., Arutjunjan, T. V., Popov, M. O. (2020). Tehnologichni ta ekonomichni aspekty obrushuvannja nasinnja safloru vitchyznjanyh sortiv. *Nauka i studia*, 2(204), 51-61.

8. Rossihin, V. V., Krichkovskaja, L. V., Myronenko, L. S. (2014). *Prirodnye antioksidanty*, Sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii «Himija, bio- i nanotehnologii, jekologija i jekonomika v pishhevoj i kosmetičeskoj promyshlennosti». Kharkiv: NTU «KhPI».

9. Myronenko, L. S., Krichkovskaja, L. V. (2019). *Tehnologičeskie aspekty ispol'zovanija saflorovogo masla*, Materialy XII Mezhdunarodnoj konferencii «Maslozhirovaja otrasl': tehnologii i rynok». Kiev: «Jekspert-Agro».

10. Myronenko, L. S., Perevalov, L. I., Tymchenko, V. K., Arutjunjan, T. V., Popov, M. O. (2020). *Udoskonalennja tehnologii' pidgotovchyh operacij pid chas pererobky nasinnja safloru vitchyznjanyh sortiv*, «Informacijni tehnologii': nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja»: materialy HHVIII Mizhnarodnoi' naukovopraktyčnoj konferencii'. Kharkiv: NTU «KhPI».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 Аналітичний огляд науково-технічної інформації та напрямів досліджень щодо складу та технологічних властивостей насіння сафлору, особливостей технології видобування та застосування сафлорової олії.....	12
1.1 Історія виникнення та ринок олійної культури сафлор.....	12
1.2 Загальна характеристика сафлору як олійної культури.....	13
1.3 Склад, органолептичні та фізико-хімічні показники сафлорової олії, в т.ч. високоолеїнової.....	16
1.4 Основні напрямки застосування сафлорової олії та продуктів її переробки.....	20
1.4.1 Використання олії з насіння сафлору у харчовій промисловості, медицині та косметичі.....	20
1.4.2 Одержання та використання спряженої лінолевої кислоти з сафлорової олії.....	23
1.5 Класична та інноваційні технології видобування сафлорової олії.....	24
1.6 Основні напрямки наукових досліджень щодо удосконалення технології обрушування насіння перед вилученням рослинних олій	32
1.6.1 Технологічні аспекти необхідності якісного обрушування насіння олійної культури.....	32
1.6.2 Методи підготовки олійного насіння до обрушування.....	34
1.6.3 Загальна характеристика промислових способів обрушування олійного насіння.....	36

1.6.4 Способи інтенсифікації та особливості обрушування насіння олійних культур	37
Висновки за розділом 1	43
РОЗДІЛ 2 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, методик та обладнання, використаних у роботі.....	45
2.1 Загальна характеристика дисертаційного дослідження.....	45
2.2 Характеристика сировини, речовин та допоміжних матеріалів, які використано в дослідженні.....	46
2.3 Методики та обладнання, які використано в дослідженні.....	49
2.3.1 Методики аналізу технологічних властивостей олійного насіння сафлору.....	49
2.3.2 Методика визначання міцності насіння сафлору.....	49
2.3.3 Методики визначання фізико-хімічних показників олії з насіння сафлору.....	51
2.3.4 Методики визначання показників безпеки олії з насіння сафлору.....	52
2.3.5 Методики визначання структурних показників сафлорової олії.....	53
2.3.5.1 Методика визначання жирнокислотного складу.....	53
2.3.5.2 Методика визначання ацилгліцеринового складу.....	53
2.3.5.3 Методика визначання складу стеринової фракції.....	54
2.3.5.4 Методика визначання вітамінів <i>A</i> та <i>E</i>	54
2.3.6 Методика визначання окиснювальної здатності олії з насіння сафлору.....	54
2.3.7 Методика лабораторного обрушування насіння сафлору.....	58
2.3.8 Планування експериментів та статистична обробка результатів.....	60
Висновки за розділом 2.....	62

РОЗДІЛ 3 Дослідження технологічних та фізико-механічних властивостей насіння сафлору вітчизняних сортів.....	63
3.1 Дослідження технологічних властивостей насіння сафлору вітчизняних сортів.....	63
3.2 Визначання фізико-механічних показників насіння сафлору сорту Лагідний.....	65
Висновки за розділом 3.....	68
РОЗДІЛ 4 Наукове обґрунтування технології обрушування насіння сафлору щодо видобування олії.....	69
4.1 Дослідження залежності ступеню обрушування насіння сафлору від температури попереднього охолодження насіння і частоти обертання ротору насіннерушки	69
4.2 Дослідження залежності ступеню обрушування цільової фракції насіння сафлору від його вологості	78
4.3 Дослідження залежності ступеню обрушування цільової фракції насіння сафлору від його олійності.....	82
Висновки за розділом 4.....	84
РОЗДІЛ 5 Дослідження та аналіз показників якості та безпеки сафлорової олії холодного пресування.....	85
5.1 Дослідження структурних показників олії сафлорової холодного пресування.....	86
5.2 Дослідження показників безпеки олії сафлорової.....	91
5.3 Дослідження окиснювальної стабільності сафлорової олії холодного пресування.....	96
Висновки за розділом 5.....	102
РОЗДІЛ 6 Розробка вдосконаленої технологічної схеми переробки насіння сафлору до видобування олії пресовим способом.....	104
6.1 Технологічна схема переробки насіння сафлору.....	104
6.2 Економічне обґрунтування технологічного рішення.....	107

Висновки за розділом 6.....	108
ВИСНОВКИ.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	111
ДОДАТКИ.....	128
Додаток А. Протокол випробувань насіння сафлору.....	129
Додаток Б. Протокол випробувань олії з насіння сафлору.....	131
Додаток В. Протокол засідання дегустаційної комісії.....	133
Додаток Г. Проект технічних умов «Олія сафлорова харчова».....	136
Додаток Д. Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХПІ».....	167
Додаток Ж. Список публікацій здобувача.....	170