

УДК 664.3

doi:10.20998/2413-4295.2019.10.11

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРОГЕНОВОЇ КИСЛОТИ У ШРОТІ З НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

М. А. ЛАБЕЙКО<sup>1\*</sup>, О. А. ЛИТВИНЕНКО<sup>2</sup>, Ф. Ф. ГЛАДКИЙ<sup>2</sup>, З. П. ФЕДЯКІНА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> відділ досліджень технології переробки олій та жирів, УкрНДІОЖ НААН, Харків, УКРАЇНА

<sup>2</sup> кафедра технології жирів та продуктів бродіння, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

\*e-mail: labejkomarina@gmail.com

**АНОТАЦІЯ** У статті розглянуто корисні властивості сполук – антиоксидантів стосовно жирювих продуктів харчування, та організму людини вцілому. Зазначено, які бувають антиоксиданти за природою та описано механізми їх дії. Крім того, обґрунтовано вибір соняшникового шроту, як сировини для виробництва антиоксидантів і вказано, які саме антиоксиданти містяться у шроті. До них належать поліфенольні сполуки і, зокрема хлорогенова кислота, кількість якої складає 43-73% усіх поліфенольних сполук, виділених з ядра соняшника та 1-4% стосовно соняшникового шроту. Розглянуто методи кількісного аналізу поліфенольних сполук – антиоксидантів та, враховуючи переваги і недоліки, обрано один з них для подальших досліджень – метод перманганатного титрування, який базується на окисненні фенольних сполук перманганатом калію за участю індигокарміну як індикатору. Кінець реакції визначається за зникненням зеленого відтінку і появою чистого жовтого кольору. Обраний метод був удосконалений з метою усунення труднощів під час визначення кінця реакції. Для економії часу та кількості розчинника, підготовку зразка шроту для вилучення поліфенольних сполук і, зокрема хлорогенової кислоти, також вдосконалено за допомогою центрального композиційного ортогонального планування другого порядку з наступним математичним моделюванням в пакеті програмного забезпечення MathCad. Серію дослідів щодо екстрагування хлорогенової кислоти із соняшникового шроту проводили в одну ступінь у колбі зі зворотним холодильником на киплячій водній бані. Визначено оптимальні умови процесу екстрагування: концентрація водного розчину етилового спирту становить 60%, гідромодуль шрот: розчинник 1:90, тривалість екстракції - 30 хвилин. За отриманих умов масова частка хлорогенової кислоти складає 7,99%. (Враховуючи, що масова частка хлорогенової кислоти у соняшковому шроті за традиційних умов екстрагування – складає 6,80%). Визначення оптимальних параметрів процесу екстрагування фенольних сполук дозволило істотно скоротити тривалість процесу підготовки проби, зменшити вартість екстрагента - етанольного розчину і збільшити вихід кінцевого продукту у порівнянні з відомим традиційним методом.

**Ключові слова:** антиоксидант; соняшковий шрот; процес екстракції; фенольні сполуки; хлорогенова кислота; оптимальні умови; математичне моделювання

## IMPROVEMENT OF THE TECHNIQUE OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF CHLOROGENIC ACID IN SHROT FROM SUNFLOWER SEEDS

M. LABEIKO<sup>1</sup>, E. LITVINENKO<sup>2</sup>, F. GLADKII<sup>2</sup>, Z. FEDYAKINA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of research technology processing oils and fats, Ukrainian Scientific-Research Institute of oils and fats National Academy of Agrarian Sciences, Kharkov, UKRAINE

<sup>2</sup> Department of technology of fats and fermentation products, NTU "KhPI", Kharkov, UKRAINE

**ABSTRACT** In the article the useful properties of compounds – antioxidants in relation to fatty foods and the human body in general reviewed. It is noted that there are antioxidants by nature and the mechanisms of their action described. In addition, the choice of sunflower meal as a raw material for the production of antioxidants and the exact antioxidants contained in the meal are substantiated. These include polyphenolic compounds, and in particular chlorogenic acid, which amounts to 43-73% of all polyphenolic compounds isolated from sunflower kernels and 1-4% of sunflower meal. The methods of quantitative analysis of polyphenolic compounds - antioxidants are considered, and, taking into account the advantages and disadvantages, one of them was chosen for further research – the method of permanganate titration, which is based on oxidation of phenolic compounds with potassium permanganate with indigoquinoline as an indicator. The end of the reaction is determined by the disappearance of the green tint and the appearance of pure yellow color. The chosen method has been improved in order to eliminate the difficulties in determining the end of the reaction. To save time and amount of solvent, preparation of a sample of copper for the removal of polyphenolic compounds and, in particular, chlorogenic acid has also been improved with the help of central composite orthogonal planning of the second order, followed by mathematical modeling in the MathCad software package. Series of experiments on extraction of chlorogenic acid from sunflower oil was carried out in a single stage in a flask with a back fridge in a boiling water bath. The optimal conditions of the extraction process were determined: the concentration of the aqueous solution of ethyl alcohol is 60%, the hydrostructure of the meal: the solvent 1:90, the duration of extraction – 30 minutes. Under these conditions, the mass fraction of chlorogenic acid is 7.99%. (Considering that the mass fraction of chlorogenic acid in sunflower meal under traditional extraction conditions is 6.80%) Determination of optimal parameters of the extraction process of phenolic compounds allowed to significantly reduce the length of the preparation process, reduce the cost of extractant-ethanol solution and increase the yield of the final product in comparable to the known traditional method.

**Keywords:** antioxidant; sunflower meal; extraction process; phenolic compounds; chlorogenic acid; optimal conditions; mathematical modeling

### Вступ

Про здатність антиоксидантів уповільнювати шкідливі процеси пероксидного окиснення ліпідів

(ПОЛ) [1], як в організмі людини, так і у харчових продуктах, відомо досить багато. Поділяють сполуки-антиоксиданти на природні (вітамін С, β- каротин,

вітамін Е, поліфенольні сполуки та інші) і штучно синтезовані (трибутилгідрокінон, бутилгідроксітолуол, бутилгідроксіанізол, пропілгалат та інші). Стосовно синтетичних антиоксидантів слід зазначити, що ці сполуки повинні бути використані чітко за призначенням і під суворим контролем у зв'язку з їх потенційною токсикологічною небезпекою для здоров'я людини [1].

Антиоксиданти можуть діяти за двома механізмами: взаємодіяти з проміжними пероксидними сполуками, сповільнюючи таким чином вироджене розгалуження (карбамати, тіокарбамати, фосфати, сульфідиди, та тіофосфати металів), чи з вільними радикалами, обриваючи ланцюги. Наприклад, бутильований гідроксіанізол діє як прибирач вільних радикалів, додається до харчових продуктів для запобігання згірнення жиру, розкладу вітамінів [2].

Якщо звернути увагу на джерела антиоксидантів, то тут викликає великий інтерес соняшниковий шрот [3,4]. Ця вторинна дешева сировина, якої в Україні щороку виробляється велика кількість, виявляється містить природні антиоксиданти – поліфенольні сполуки, такі як хлорогенова [5,6] та кавова кислоти [7]. Результати багатьох досліджень свідчать про корисні властивості вказаних антиоксидантів [8, 9].

Серед фенольних сполук, що містяться у насінні та шроті соняшнику, переважає хлорогенова кислота. Її кількість складає 43-73 % усіх фенольних сполук, виділених з ядра соняшника [10] та 1-4 % стосовно соняшникового шроту [11].

Відносно методів визначення фенольних сполук та, зокрема хлорогенової кислоти, слід зазначити, що основними з них є хроматографічний [12-14], спектрофотометричний [15], колориметричний [16] та метод перманганатного титрування [17]. Основною перевагою останнього можна назвати відсутність необхідності у дорогому обладнанні. Однак громіздка пробопідготовка, яку передбачають усі зазначені методи, змушує шукати можливості щодо спрощення та зменшення витрат часу на дану технологічну операцію.

#### Мета роботи

Метою роботи є спрощення методики екстракції поліфенольних сполук і, зокрема, хлорогенової кислоти; досягнення скорочення тривалості процесу екстракції та зменшення кількості розчинника для дослідження за рахунок удосконалення стадії підготовки дослідного матеріалу до аналізу. Крім того необхідна модифікація обраного для подальших досліджень методу перманганатного титрування з метою усунення труднощів визначення кінця реакції.

#### Викладення основного матеріалу

За відомою методикою [17], соняшниковий шрот подрібнюють до проходу крізь сито 0,25 мм та

беруть наважку близько 2 г. Підготовка матеріалу передбачає екстракцію хлорогенової кислоти водним розчином етилового спирту з концентрацією 80 % при співвідношенні шрот: розчинник 1:10, тривалість екстракції – 20–30 хвилин при безперервному перемішуванні на механічному струшувачі з повторністю вісім – дев'ять разів. Екстракт відокремлюють центрифугуванням. Потім об'єднані екстракти упарюють під вакуумом на водяній бані при температурі не більше 50 °С до об'єму 30–40 мл. Упарений екстракт кількісно переносять у мірну колбу ємністю 50 мл, об'єм розчину доводять до мітки водним розчином етилового спирту з концентрацією 80 % і проводять подальші дослідження.

Саме через дев'яноступінчасту екстракцію, яка займає близько 5 годин, цей метод є кропітким, довготривалим та не раціональним.

Для встановлення раціональних умов екстрагування хлорогенової кислоти, скорочення часу, необхідного для отримання екстракту, та зменшення витрат розчинника для визначення вмісту хлорогенової кислоти проведено наступні дослідження.

Пошук раціональних умов екстрагування хлорогенової кислоти відбувся з використанням методу математичного планування експерименту. Використовували центральне композиційне ортогональне планування другого порядку (ЦКОП) з наступним математичним моделюванням в програмному пакеті *MathCad*.

Серію дослідів щодо екстрагування хлорогенової кислоти із соняшникового шроту проводили в одну ступінь у колбі зі зворотним холодильником на киплячій водяній бані.

Під час дослідження впливу умов екстрагування хлорогенової кислоти із соняшникового шроту отримано залежність масової частки хлорогенової кислоти ( $Y$ ) від концентрації водного розчину етилового спирту ( $X_1$ ), гідромодуля шрот: розчинник ( $X_2$ ) та тривалості екстракції ( $X_3$ ), а також розраховано раціональні параметри процесу. Умови проведення досліджень представлено у табл. 1.

На підставі відповідних розрахунків знайдено значення функції відгуку та одержано криві регресій. Залежність масової частки хлорогенової кислоти ( $Y$ , %) від основних параметрів екстрагування у кодових змінних має вигляд:

$$Y = 5,1538 + 0,171 \cdot X_1 + 2,0888 \cdot X_2 - 0,196 \cdot X_3 - 0,194 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,239 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,36125 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,21625 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

Після виключення незначимого коефіцієнту при  $X_1$  (визначеного за критерієм Стюдента  $t_{1-t_{cr}}$ ) крива регресії має наступний вигляд:

$$Y = 5,1538 + 2,0888 \cdot X_2 - 0,196 \cdot X_3 - 0,194 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,239 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,36125 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,21625 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

Таблиця 1 – Умови проведення досліджень

№	Фактори	Концентрація водного розчину етилового спирту, %	Гідромодуль шрот : розчинник	Тривалість екстракції, хв
1	Код	$X_1$	$X_2$	$X_3$
2	Основний рівень, $X_{10}$	70	1:50	45
3	Інтервал варіювання, $\Delta X_i$	10	1:40	15
4	Верхній рівень, + 1	80	1:90	60
5	Нижній рівень, - 1	60	1:10	30

### Обговорення результатів

Аналіз отриманої моделі показує, що домінуючим фактором є гідромодуль шрот:розчинник, а такий фактор як концентрація водного розчину етилового спирту в межах 60–80 % не впливає на масову частку хлорогенової кислоти і коефіцієнт при  $X_1$  є незначимим.

Для екстрагування хлорогенової кислоти раціональні умови процесу підготовки соняшникового шроту наступні: концентрація водного розчину етилового спирту – 60 %, гідромодуль шрот:розчинник 1:90, тривалість екстракції – 30 хвилин, при яких масова частка хлорогенової кислоти складає 7,99 %. (Враховуючи, що масова частка хлорогенової кислоти у соняшниковому шроті за традиційних умов екстрагування – складає 6,80 %).

Результати експерименту щодо масової частки хлорогенової кислоти у соняшниковому шроті отримано методом перманганатного титрування, який базується на окисленні фенольних сполук перманганатом калію за участю індигокарміну як індикатору. Кінець реакції визначається за зникненням зеленого відтінку і появою чистого жовтого кольору.

Однак під час здійснення титрування за умов, що зазначено в літературних джерелах, виникають труднощі при визначенні кінця реакції, оскільки жовтого золотавого відтінку не спостерігається, насправді при титруванні перманганатом калію сине забарвлення розчину поступово переходить через сине-зелене, темно-зелене в зелене з коричневим відтінком. Тому зазначений метод нами модифіковано. Відмінність методу складається у значному розведенні зразка екстракту перед титруванням, що обумовлено насиченістю розчину індигокарміну, та способом приготування самого індикатору індигокарміну.

### Висновки

У результаті проведених досліджень зроблені наступні висновки:

– визначено раціональні умови процесу підготовки соняшникового шроту до екстракції поліфенольних сполук і, зокрема, хлорогенової кислоти: концентрація водного розчину етилового спирту – 60 %, гідромодуль шрот:розчинник 1:90,

тривалість екстракції – 30 хвилин, при яких масова частка хлорогенової кислоти складає 7,99 %. Це дало змогу зменшити тривалість процесу екстракції та витрат розчинника, а також підвищити вихід кінцевого продукту;

– удосконалено метод перманганатного титрування з метою усунення труднощів під час визначення кінця реакції.

### Список літератури

1. Шаповалова, И. Е. Возможность использования подсолнечного шрота как источника природного антиоксиданта – хлорогеновой кислоты / И. Е. Шаповалова, З. П. Федакина // *Олейно-жировый комплекс*. – 2013. – №2 (41). – С. 49-50.
2. Гунина, Л. Механизмы влияния антиоксидантов при физических нагрузках / Л. Гунина // *Наука в олимпийском спорте*. – 2016. – № 1. – С. 25-32.
3. Литвиненко, О. А. Виробництво харчових форм білків із насіння олійних культур / О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий, З. П. Федакіна. – К.: Аграр. Наука, 2016. – 52 с.
4. Schmidt, S. Potential application of oilseeds as source of antioxidants for food lipids – a review / S. Schmidt, J. Pokorny // *Czech. J. Food Sci.* – 2005. – Vol. 23. – P. 93-102. – doi: 10.17221/3377-CJFS.
5. Лекарь, А. В. Экстракция хлорогеновой кислоты из сабельника болотного COMARUS PALUSTRE L. В среде субкритической воды / А. В. Лекарь, О. В. Филонова, С. Н. Борисенко [и др.] // *Химия растительного сырья*. – 2014. – № 3. – С. 201-207. – doi: 10.14258/jepm.1403201.
6. Yang, D. Development of a new chlorogenic acid certified reference material for food and drug analysis / D. Yang; L. Jiao, Tai Ling [et al.] // *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. – 2017. – Vol. 140. – P. 169-173. – doi:10.1016/j.jpba.2017.03.026.
7. Чуклин, Р. Е. Влияние кофейной кислоты на сердечно-сосудистую систему в эксперименте : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.06 / Роман Евгеньевич Чуклин. – Курск, 2012. – 130 с.
8. Левицкий, А. П. Хлорогеновая кислота: биохимия и физиология / А. П. Левицкий, Е. К. Вертикова, И. А. Селиванская // *Микробиология і біотехнологія*. – 2010. – №2. – С. 6-20.
9. Karamac, M. Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds / M. Karamac, A. Kosinska, I. Estrella [et al.] // *Eur Food Res Technol.* – 2012. – Vol. 235. – P. 221-230. – doi: 10.1007/s00217-012-1751-6.
10. Pedrosa, M. M. Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds / M.

- M. Pedrosa, M. Muzquiz, C. Garcia-Vallejo [et al.] // J. Sci. Food Agric.** – 2000. – Vol. 80. – P. 459-464.
- Weisz, G.M.** Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC-DAD/ESI-MSn / **G. M. Weisz, D. R. Kammerer, R. Carle // Food Chem.** – 2009. – Vol. 115. – P. 758–765.
  - Овчинникова, С. Я.** Определение хлорогеновой кислоты методом планарной хроматографии / **С. Я. Овчинникова, Т. Д. Мезенова, Т. В. Орловская // Журнал Научное обозрение. Фармацевтические науки.** – 2014. – № 1. – С. 41-42.
  - Song, S.H.** Quantitative Analysis, Extraction Optimization, and Biological Evaluation of *Cudrania tricuspidata* Leaf and Fruit Extracts / **S. H. Song, H. K. Sung, D. H. Park [et al.] // Molecules.** – 2017. – Vol. 22. – 1489. – doi:10.3390/molecules22091489.
  - Faqueti, L. G.** Simultaneous identification and quantification of polymethoxyflavones, coumarin and phenolic acids in *Ageratum conyzoides* by UPLC-ESI-QToF-MS and UPLC-PDA/ **L. G. Faqueti, L. P. Sandjo, M. W. Biavatti // Journal of pharmaceutical and biomedical analysis.** – 2017. – Vol. 145. – P. 621-628. – doi:10.1016/j.jpba.2017.07.034.
  - Бельтюкова, С. В.** Люминесцентное определение хлорогеновой кислоты в зернах кофе / **С.В. Бельтюкова, А. А. Бычкова // Харчова наука і технологія.** – 2010. – № 1(10). – С. 100-104.
  - Храмов, В. А.** Способ определения хлорогеновой кислоты в растительных объектах / **В. А. Храмов, В. И. Комарова // Гигиена и санитария.** – 1999. – № 6. – С.71.
  - Добрунов Д. Є.** Технологія комплексної переробки соняшникової макухи з безлушпинного ядра : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 / **Дмитро Євгенійович Добрунов.** – Харків, 2016. – 181 с.
  - Khymyia rastytelnoho syria [Chemistry of plant materials],** 2014, **3**, 201-207, doi: 10.14258/jepm.1403201.
  - Yang, D., Jiao, L., Ling, Tai [et al.].** Development of a new chlorogenic acid certified reference material for food and drug analysis. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 2017, **140**, 169-173, doi: 10.1016/j.jpba.2017.03.026
  - Chuklyn, R. E.** Vlyianyie kofeinoi kysloty na serdechno-sosudystuiiu systemu v eksperymente [Effect of caffeic acid on the cardiovascular system in the experiment]: *dys. ... kand. med. nauk* : 14.03.06., Kursk, 2012, 130.
  - Levytskyi, A. P., Vertykova, E. K., Selyvanskaia, Y. A.** Khlороhenovaia kyslota: byokhymyia y fyzyolohyia [Chlorogenic acid: biochemistry and physiology]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia [Microbiology and Biotechnology]*, 2010, **2**, 6-20.
  - Karamac, M., Kosinska, A., Estrella, I. [et al.]** Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds. *Eur Food Res Technol*, 2012, **235**, 221-230, doi: 10.1007/s00217-012-1751-6.
  - Pedrosa, M. M., Muzquiz, M., Garcia-Vallejo, C. [et al.]** Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 459-464.
  - Weisz, G. M., Kammerer, D. R., Carle, R.** Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC-DAD/ESI-MSn. *Food Chem*, 2009, **115**, 758-765.
  - Ovchynnykova, S. Ia., Mezenova, T. D., Orlovskaja, T. V.** Opredelenye khlороhenovoi kysloty metodom planarnoi khromatohrafyy [Determination of chlorogenic acid by planar chromatography]. *Sovremennye problemy nauky y obrazovanyia [Journal Scientific Review. Pharmaceutical Sciences]*, 2014, **1**, 41-42.
  - Song, S. H., Sung, H. K., Park, D. H. [et al.]** Quantitative Analysis, Extraction Optimization, and Biological Evaluation of *Cudrania tricuspidata* Leaf and Fruit Extracts *Molecules*, 2017, **22**, 1489, doi: 10.3390/molecules22091489.
  - Faqueti, L. G., Sandjo, L. P., Biavatti, M. W.** Simultaneous identification and quantification of polymethoxyflavones, coumarin and phenolic acids in *Ageratum conyzoides* by UPLC-ESI-QToF-MS and UPLC-PDA. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 2017, **145**, 621-628, doi: 10.1016/j.jpba.2017.07.034.
  - Beltukova, S. V., Bychkova, A. A.** Liiumynestentnoe opredelenye khlороhenovoi kysloty v zernakh kofe [Luminescent determination of chlorogenic acid in coffee beans]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia [Food Science and Technology]*, 2010, **1(10)**, 100-104.
  - Khramov, V. A., Komarova, V. Y.** Sposob opredelenyia khlороhenovoi kysloty v rastytelnykh ob'ektakh [Method for determination of chlorogenic acid in plant objects] *Hyhyena y sanytaryia [Hygiene and Sanitation]*, 1999, **6**, 71.
  - Dobrunov, Dmytro Yevheniiiovych.** Tekhnolohiia kompleksnoi pererobky soniashnykovoi makukhy z bezlushpynnoho yadra : *dys. ... kand. tekhn. nauk* : 05.18.06. Kharkiv, 2016, 181.

#### References (transliterated)

#### Відомості про авторів (About authors)

**Лабейко Марина Анатоліївна** – молодший науковий співробітник відділу досліджень технології переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-6306-6272; e-mail: labejkomarina@gmail.com.

**Marina Labeiko** – junior researcher of oil and fat technology processing research department, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National academy of agricultural sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine; ORCID: 0000-0002-6306-6272; e-mail: labejkomarina@gmail.com.

**Литвиненко Олена Анатоліївна** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна. ORCID: 0000-0003-0493-1585; e-mail: elena.litvinenko14@gmail.com.

**Olena Litvinenko** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Senior researcher, Docent, Department of technology of fats and fermentation products, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0003-0493-1585; e-mail: elena.litvinenko14@gmail.com.

**Гладкий Федір Федорович** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна. ORCID: 0000-0002-7995-0863; e-mail: gladky2009@gmail.com.

**Fedir Gladkiy** – Doctor of Technical Science, Professor, Professor, Department of technology of fats and fermentation products, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0002-7995-0863; e-mail: gladky2009@gmail.com.

**Федякіна Зоя Павлівна** – завідувач відділом досліджень технології переробки олій та жирів, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-6733-8204; e-mail: pererobka.fatoil@gmail.com.

**Zoya Fedyakina** – Head of oil and fat technology processing research department, Ukrainian Research Institute of oils and fats of the National academy of agricultural sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-6733-8204; e-mail: pererobka.fatoil@gmail.com.

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Лабейко, М. А.** Удосконалення методики кількісного визначення хлорогенової кислоти у шроті з насіння соняшнику / **М. А. Лабейко, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий, З. П. Федякіна** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 10 (1335). – С. 88-92. – doi:10.20998/2413-4295.2019.10.11.

*Please cite this article as:*

**Labeiko, M., Litvinenko, E., Gladkii, F., Fedyakina, Z.** Improvement of the technique of quantitative determination of chlorogenic acid in shrot from sunflower seeds. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2019, 10 (1335), 88-92, doi:10.20998/2413-4295.2019.10.11.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Лабейко, М. А.** Усовершенствование методики количественного определения хлорогеновой кислоты в шроте из семян подсолнечника / **М. А. Лабейко, О. А. Литвиненко, Ф. Ф. Гладкий, З. П. Федякіна** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 10 (1335). – С. 88-92. – doi:10.20998/2413-4295.2019.10.11.

**АННОТАЦИЯ** В статье рассмотрены полезные свойства соединений – антиоксидантов касательно жировых продуктов питания и организма человека в целом. Показано, какие бывают антиоксиданты по природе, и описаны механизмы их действия. Кроме того, обоснован выбор подсолнечного шрота в качестве сырья для получения антиоксидантов и указано, какие именно антиоксиданты содержатся в шроте. К ним относятся полифенольные соединения и, в частности хлорогеновая кислота, количество которой составляет 43-73 % всех полифенольных соединений, выделенных из ядра подсолнечника, и 1-4% касательно подсолнечного шрота. Рассмотрены методы количественного анализа полифенольных соединений – антиоксидантов и, учитывая преимущества и недостатки, выбран один из них для последующих исследований – метод перманганатного титрования, который базируется на окислении фенольных соединений перманганатом калия при участии индигокармина в роли индикатора. Конец реакции определяется по исчезновению зеленого оттенка и появлению чистого желтого цвета. Выбранный метод был усовершенствован с целью устранения трудностей во время определения конца реакции. Для экономии времени и количества растворителя, подготовку образца шрота при извлечении полифенольных соединений и, в частности хлорогеновой кислоты, также усовершенствовали при помощи центрального композитного ортогонального планирования второго порядка с последующим математическим моделированием в пакете программного обеспечения MathCad. Серию опытов касательно экстракции хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота проводили в одну стадию в колбе с обратным холодильником на кипящей водяной бане. Определены оптимальные условия процесса экстракции: концентрация водного раствора этилового спирта – 60 %, гидромодуль шрот:растворитель 1:90, продолжительность экстракции – 30 минут. При полученных условиях массовая доля хлорогеновой кислоты составляет 7,99% (Учитывая, что массовая доля хлорогеновой кислоты в подсолнечном шроте при традиционных условиях экстрагирования - составляет 6,80%). Определение оптимальных параметров процесса экстракции фенольных соединений позволило существенно сократить продолжительность процесса подготовки пробы, снизить стоимость экстрагента – этанольного раствора и увеличить выход конечного продукта в сравнении с известным традиционным методом

**Ключевые слова:** антиоксидант; подсолнечный шрот; процесс экстракции, фенольное соединения; хлорогеновая кислота; оптимальные условия; математическое моделирование

*Поступила (received) 06.05.2019*