

М. А. ЛАБЕЙКО, О. А. ЛИТВИНЕНКО, Н. М. ЛЮБЧЕНКО, Ф. Ф. ГЛАДКИЙ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЯДУ РОЗЧИННИКІВ ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ЕКСТРАГУВАННЯ ХЛОРОГЕНОВОЇ КИСЛОТИ ЗІ СОНЯШНИКОВОГО ШРОТУ

У матеріалах статті розглянуто питання окиснення жирів та негативний вплив цього явища на якість жиромісних продуктів харчування і організм людини вцілому. Описано метод боротьби з процесами окиснення за допомогою антиоксидантів та наведено основний антиоксидантний склад шроту з насіння соняшнику, як перспективної сировини для отримання сполук - антиокислювачів. Також розглянуто методи екстракції хлорогенової кислоти з рослинної матриці, до яких належать різноманітні варіанти фізичної дії з використанням ультразвуку та генераторів надвисокої частоти, методи з використанням органічних розчинників та водно-спиртових розчинів, а також субкритичної води. З урахуванням переваг та недоліків, обрано напрямок для подальших досліджень з використанням екстрагентів - розчинників. Досліджено ефективність ряду розчинників на предмет екстрагуючої здатності щодо хлорогенової кислоти, як основної фенольної сполуки шроту з насіння соняшнику. З урахуванням собівартості розчинників та простоти проведення досліджень, в якості оптимального екстрагента обрано водний розчин етилового спирту з концентрацією 80%.

Ключові слова: окиснення жирів; антиоксидант; екстрагування хлорогенової кислоти; екстрагент-розчинник; фенольні сполуки; шрот з насіння соняшнику.

М. А. ЛАБЕЙКО, Е. А. ЛИТВИНЕНКО, Н. М. ЛЮБЧЕНКО, Ф. Ф. ГЛАДКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЯДА РАСТВОРИТЕЛЕЙ КАСАТЕЛЬНО ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

В материалах статьи рассмотрен вопрос окисления жиров и негативное влияние этого явления на качество жиросодержащих продуктов питания и организм человека в целом. Описан метод борьбы с процессами окисления с помощью антиоксидантов и приведен основной антиоксидантный состав шрота из семян подсолнечника, как перспективного сырья для получения веществ - антиокислителей. Также рассмотрены методы экстракции хлорогеновой кислоты из растительной матрицы, к которым относятся разнообразные варианты физического воздействия с использованием ультразвука и генераторов сверхвысокой частоты, методы с использованием органических растворителей и водно-спиртовых растворов, а также субкритической воды. С учетом преимуществ и недостатков, выбрано направление для дальнейших исследований с использованием экстрагентов - растворителей. Исследована эффективность ряда растворителей на предмет экстрагирующей способности касательно хлорогеновой кислоты, как основного фенольного соединения шрота из семян подсолнечника. С учетом себестоимости растворителей и простоты проведения исследований, в качестве оптимального экстрагента выбран водный раствор этилового спирта с концентрацией 80%.

Ключевые слова: окисление жиров; антиоксидант; экстрагирование хлорогеновой кислоты; фенольные соединения; экстрагент - растворитель; шрот из семян подсолнечника.

М. А. ЛАБЕЙКО, Е. А. ЛИТВИНЕНКО, Н. М. ЛЮБЧЕНКО, Ф. Ф. ГЛАДКИЙ

INVESTIGATION OF EFFECTIVENESS OF A SOLUTION RANGE ON THE POSSIBILITY OF CHLOROGENIC ACID EXTRACTION FROM SUNFLOWER MEAL

The materials of the article consider the issue of fats oxidation and the negative impact of this phenomenon on the quality of fat-containing food and the human body in general. The control method of oxidation processes and their effects with antioxidants is described and the main antioxidant composition of sunflower seed meal is presented as a promising raw material for the production of compounds - antioxidants. Methods of extraction of chlorogenic acid from the plant matrix, which include various variants of physical action using ultrasound and ultrahigh frequency generators, methods using organic solvents and water-alcohol solutions, as well as subcritical water, are also considered. Taking into account the advantages and disadvantages, the direction for further research with the use of solvent extractives was chosen. After studying and analyzing the properties of chlorogenic acid as the main phenolic compound of sunflower seed meal, a range of extractants was selected. In the process of research, the effectiveness of a number of selected solvents has been determined for the extraction ability of chlorogenic acid. Several extractant selected that showed the most effective: acetamide 100%, 5% solution of acetamide in an aqueous 80% ethanol solution, 80% ethanolic aqueous solution, and a mixture of acetamide and ethyl alcohol solution at a concentration of 80% in the ratio 30:70. Taking into account the cost of solvents and the ease of conducting research, an aqueous solution of ethyl alcohol with a concentration of 80% was chosen as the optimum extractant.

Keywords: fat oxidation; antioxidant; chlorogenic acid extraction; phenolic compounds; extractant-solvent; sunflower seed meal.

Вступ. На протязі багатьох років існує проблема псування жиромісних продуктів за рахунок окиснення жирової основи [1]. Механізм окиснювання носить ланцюговий вільнорадикальний характер [2], первинними продуктами якого є пероксидні сполуки, які при подальшому окисненні утворюють вторинні продукти: альдегіди, кетони, кислоти та спирти [3]. Первинні продукти окиснення не змінюючи органолептичних характеристик продукту, накопичуються в організмі людини і

призводять до небезпечних наслідків: впливають на серцевий м'яз, гальмують діяльність деяких ферментів, діють на слизову оболонку шлунково-кишкового тракту, про що споживач може навіть не здогадуватись. Стосовно вторинних продуктів окиснення слід зазначити, що окрім негативного впливу на організм людини, вони також у більшості випадків псують смак, аромат, харчову цінність і загальну якість продукції [4].

©Лабейко М.А., Литвиненко Е.А., Любченко Н.М., Гладкий Ф.Ф., 2019

Для вирішення цієї проблеми, в харчовій промисловості застосовують сполуки - антиоксиданти різної природи. Антиоксиданти – складні сполуки, які здатні пригнічувати процеси окиснення, шляхом інгібування ініціації або інгібування поширення окислювальних ланцюгових реакцій [5]. Існують природні (вітаміни: А,Е,С, поліфенольні сполуки та інші) і синтетичні (бутилгідроксіанізол, пропілгалат та інші) антиоксиданти [2]. 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 [6].

Основними джерелами природних антиоксидантів є рослинні продукти: різноманітні фрукти та ягоди, овочі, зелені зерна кави [7], яблука [8], різноманітні водорості [9], чорниця, стевія [10], насіння соняшнику [11] та інші. Слід зазначити, що саме насіння соняшнику належить до актуальної рослинної сировини, а точніше шрот з насіння соняшнику, тому що ця дешева вторинна сировина, маючи у своєму складі потужний антиоксидантний потенціал [12], не використовується належним чином. До складу шроту з насіння соняшнику входять білки, хлорогенова і кавава кислоти та інші цінні сполуки. Хлорогенова [13] і кавава [14] кислоти належать до групи поліфенолів – природних антиоксидантів [15], при чому хлорогенова кислота значно переважає за кількісним вмістом [16].

Питання отримання природних антиоксидантів і, зокрема хлорогенової кислоти, зі соняшникового шроту, на сьогоднішній день є актуальним.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.

1. Аналіз сучасного стану проблеми. Беручи до уваги корисні властивості природних антиоксидантів соняшникового шроту, слід також відзначити важливість досліджень стосовно методів отримання зазначених сполук.

З літературних джерел відомі різні методи екстракції хлорогенової кислоти з рослинної матриці: від традиційних, заснованих на використанні органічних розчинників та водно-спиртових розчинів [17] до методик, що використовують різноманітні варіанти фізичної дії з використанням ультразвуку [18] та НВЧ-генераторів [19]. Крім того, в останні роки набирають популярності такі досить специфічні методи, як екстракція полярних та слабополярних сполук за допомогою субкритичної води [20]. Кожний з зазначених методів має недоліки та переваги. Наприклад, використання УЗД- та СВН-генераторів дозволяє суттєво скоротити тривалість аналізу, проте потребує дорогого специфічного обладнання. Використання субкритичної води дає можливість отримати екологічно чистий продукт, однак умови, за яких проводиться екстракція за даним методом – це тиск та висока температура, яка досягає 100–374 °С, що може вплинути на загальний

вихід продукту, оскільки хлорогенова кислота при високій температурі може розкластись на хінну та кавову кислоти [20].

Навпаки, методи екстракції з використанням органічних розчинників та водно-спиртових розчинів не потребують модернізації експериментальної бази, однак, в даному випадку слід звернути увагу на тривалість процесу та можливу токсичність екстрагентів - розчинників.

2. Визначення основних критеріїв дослідження. Як було зазначено вище, шрот з насіння соняшнику, що належить до вторинної дешевої сировини, є цінним джерелом хлорогенової кислоти, кількість якої у ньому досягає 5 %. Тому використання соняшникового шроту є раціональним. Проте вихід хлорогенової кислоти визначається низкою параметрів: способом отримання, типом розчинника, гідромодулем шрот-розчинник, тривалістю процесу та іншими факторами.

Таким чином, з'являється потреба у розробці нових більш ефективних та раціональних способів одержання природного антиоксиданту – хлорогенової кислоти зі соняшникового шроту, та удосконалення існуючих методів шляхом отримання нового більш ефективного розчинника для екстракції.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

З урахуванням властивостей хлорогенової кислоти та місця розташування її у частинах насіння соняшнику підібрано лінійку розчинників - екстрагентів для вилучення даної фенольної сполуки. До переліку обраних речовин належать:

- 5 % розчин ацетаміду у водному розчині етилового спирту з концентрацією 80 %;
- водний розчин етилового спирту з концентрацією 80 %;
- етилацетат;
- 5 % розчин Na солі гліцину у водному розчині етилового спирту з концентрацією 80 %;
- диметилформамід;
- 5 % розчин цетилового спирту у диметилформаміді;
- цетиловий спирт.

Екстракцію хлорогенової кислоти проводять за відомою методикою [21]. Насіння соняшника перед аналізом знежирюють в апараті Сокслета діетиловим або петролейним ефіром. Шроти додатково не знежирюють. Знежирений матеріал подрібнюють до проходу крізь сито з отворами 0,25 мм.

Для вилучення хлорогенової кислоти беруть наважку знежиреного і подрібненого продукту близько 10 г з точністю 0,0002 г і додають до неї 100 мл розчинника. Екстракцію проводять протягом 60 хвилин у колбі зі зворотнім холодильником на киплячій водяній бані при періодичному збовтуванні. Екстракт відокремлюють фільтруванням, кількісно переносять у мірну колбу ємністю 100 мл і об'єм доводять до мітки розчинником.

Для визначення кількості хлорогенової кислоти у шроті соняшника використовують метод перманганатного титрування, який модифіковано за прикладом методу визначення таніну в чаї (ГОСТ 19885). Вказаний метод базується на окисленні поліфенолів (хлорогенової кислоти) за участі індикатора індигокарміну

Результати досліджень наведено в таблиці 1 (1 – розчинник для екстракції, 2 – маса наважки шроту, г; 3 – кількість розчинника, мл; 4 – кількість перманганату калію KMnO_4 , використаного на дослідну пробу, мл; 5 – Кількість перманганату калію KMnO_4 , використаного на контроль, мл; 6 – кількість хлорогенової кислоти, у шроті, %).

Таблиця 1 – Екстракція хлорогенової кислоти різними розчинниками

№ з/п	1	2	3	4	5	6
1.	Ацетамід 5% у 80 % етиловому спирті	10,0800	100	8	0,8	5,1
2.	Етиловий спирт, 80%	10,0918	100	8,7	0,8	5,6
3.	Етилацетат	10,0525	100	1,05	0,8	0,8
4.	На сіль гліцину 5% у 80% етиловому спирті	10,0057	100	6,7	0,8	4,1
5.	Диметилформамід	10,0007	100	6,8	0,8	4,3
6.	Цетиловий спирт 5% у диметилформаміді	10,0028	100	6,55	0,8	4,6
7.	Цетиловий спирт, 100%	10,0134	100	2,6	0,8	1,3

Згідно з даними таблиці 1, найкращим розчинником для екстракції хлорогенової кислоти є водний розчин етилового спирту з концентрацією 80%, який показав вихід кінцевого продукту – 5,6%, проте 5%-вий розчин ацетаміду у водному розчині етилового спирту з концентрацією 80 %; також дає досить високий вихід хлорогенової кислоти – 5,1%.

Крім того, слід зазначити, що під час проведення екстракції за допомогою чистого цетилового спирту (дослід №7) неможливо визначити кількість хлорогенової кислоти, оскільки температура плавлення $T_{\text{пл}}$ спирту = 49,5 °С. При кімнатній температурі спирт застигає, а під час визначення кількості поліфенолів та додавання екстракту у воду, цетиловий спирт утворив нерозчинні у воді пластівці, які спливали на поверхню води. Тому для проведення аналізу перед титруванням вміст колби попередньо необхідно

підігріти до температури плавлення цетилового спирту. За меншої концентрації (дослід №6) пластівці спирту також утворювались та при потраплянні у воду збільшувались, проте основна частина екстракту розчинилася у воді та утворила слабку емульсію, що дало змогу все ж таки провести аналіз.

Беручи до уваги досить високу ефективність екстрагента-розчинника – 5% розчину ацетаміду у водному розчині етилового спирту з концентрацією 80 %, проведена екстракція чистим ацетамідом у кількості 20 мл на 2 г шроту (гідромодуль 10:1 зберігається). Отримані данні наведені у табл. 2 (1 – екстракт, 2 – маса наважки шроту, г; 3 – кількість розчинника, мл; 4 – кількість перманганату калію KMnO_4 , використаного на дослідну пробу, мл; 5 – кількість KMnO_4 , використаного на контроль, мл; 6 – кількість хлорогенової кислоти, у шроті, %).

Таблиця 2 – Екстракція 100% ацетамідом

№	1	2	3	4	5	6
1	Ацетамід, 100%	2,0079	20	3,95	1,4	9,03

Дані таблиці 2 свідчать про те, що при використанні 100%-го ацетаміду в якості розчинника, можливо збільшити вихід хлорогенової кислоти, проте через високу собівартість ацетаміду та складності проведення дослідження (ацетамід являє собою тверді тугоплавкі кристали) використання вказаного розчинника не доцільне.

Прийнято рішення, про розробку нового складу розчинника-екстрагента. Склад розчинника визначили за допомогою певних розрахунків на

основі довідкових значень діелектричної проникності окремих реагентів: 96 %-го етилового спирту ($\epsilon=20$), ацетаміду ($\epsilon=59$), води ($\epsilon=81$). Розрахункове значення діелектричної проникності розчину етилового спирту з концентрацією 80% склало $\epsilon=32,2$. Враховуючи цей показник, визначили співвідношення реагентів, що показали найбільшу ефективність: ацетаміду та розчину етилового спирту з концентрацією 80% – 30:70. Провели екстракцію хлорогенової кислоти отриманим розчинником (табл. 3).

Таблиця 3 – Екстракція хлорогенової кислоти сумішшю ацетаміду та розчину етилового спирту з концентрацією 80% у співвідношенні 30:70

№	1	2	3	4	5	6
1	Суміш ацетаміду та розчину етилового спирту з концентрацією 80% у співвідношенні 30:70	10,0034	100	8,9	0,8	5,7

Отримані результати табл. 3 (1 – екстракт, 2 – маса наважки шроту, г; 3 – кількість розчинника, мл; 4 – кількість перманганату калію KMnO_4 , використаного на дослідну пробу, мл; 5 – кількість KMnO_4 , використаного на контроль, мл; 6 – кількість хлорогенової кислоти, у шроті, %). Порівнюючи данні таблиці 3 з даними таблиці 1, слід звернути увагу на однакову екстрагуючу здатність комплексного розчинника (суміші ацетаміду та розчину етилового спирту з концентрацією 80% у співвідношенні 30:70) та водного розчину етилового спирту з концентрацією 80%. Екстрагування зазначеними розчинниками дало змогу виділити хлорогенову кислоту зі шроту насіння соняшнику у кількості 5,7% та 5,6% відповідно.

Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку. Підводячи підсумки вищесказаному, можна зробити наступні висновки:

- проаналізувавши лінійку розчинників - екстрагентів стосовно вилучення хлорогенової кислоти за допомогою розробленої нами методики, можна зазначити, що найбільш ефективним з них є ацетамід 100%, який дає змогу виділити 9,03% хлорогенової кислоти зі соняшникового шроту; однак ацетамід 100% має високу вартість та викликає ряд труднощів під час роботи з ним;

- серед інших екстрагентів за ступенем ефективності слід відзначити:

- 1) суміш ацетаміду та водного розчину етилового спирту з концентрацією 80% у співвідношенні 30:70, яка дає досить високий вихід хлорогенової кислоти – 5,7%;

- 2) водний розчин етилового спирту з концентрацією 80% – 5,6%;

- 3) розчин ацетаміду 5% у водному розчині етилового спирту з концентрацією 80% – 5,1%.

- враховуючи собівартість екстрагентів - розчинників та ступінь складності роботи з ними, для подальших досліджень обрано водний розчин етилового спирту з концентрацією 80%; однак, слід зазначити, що усі інші розчинники, ефективність яких доведена в даному дослідженні, можуть успішно використовуватись в якості екстрагентів.

У подальшому планується провести гідроліз виділеної зі шроту хлорогенової кислоти з метою отримання кавової кислоти, як сполуки, що розчинна у жирах та оліях, та може бути використана в якості антиоксиданту у жировмісних продуктах.

Список літератури

1. *Лабейко М.А.* Про здатність природних антиоксидантів впливати на окиснення харчових рослинних олій / *М.А. Лабейко, О.А. Литвиненко, Н.М. Любченко [та ін.] // Інтегровані технології та енергозбереження.* 2019. №1, – с. 78–85.
2. *Шаповалова І.Е.* Возможность использования подсолнечного шрота как источника природного антиоксиданта – хлорогеновой кислоты / *И.Е. Шаповалова, З.П. Федякина // Олейно-жировый комплекс.* 2013. №2 (41), – с. 49–50.
3. *Півень О. М.* Технологія стабілізації харчових жирів щодо окиснювального псування: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06; захищена 21.06.2007; затв. 17.10.2007 / *Олена Миколаївна Півень.* – Х., 2007. 169 с.
4. *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 Chemistry.* 2009. № 115, pp. 758–765.
5. *Шаповалова І.Е.* Обоснование получения хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота / *И.Е. Шаповалова, З.П. Федякина, И.Н. Демидов и [др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2013. № 6/6, – с. 39–41.
6. *Temple N.J.* Antioxidants and disease: more questions than answers / *N.J. Temple // Nutr Res.* 2000. Vol. 20. №3, pp. 449–459, doi: org/10.1016/S0271-5317(00)00138-X.
7. *Budryn, G.* Influence of the Form of Administration of Chlorogenic Acids on Oxidative Stress Induced by High fat Diet in Rats / *G. Budryn, D. Zaczynska, D. Zyzewicz [et al.] // Plant foods for human nutrition.* 2017. Vol. 72. №2, pp. 184–191, doi: 10.1007/s11130-017-0608-3.
8. *Raudone, L.* Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania / *L. Raudone, R. Raudonis, M. Liaudanskas [et al.] // Scientia horticulturae.* 2016. Vol. 216, pp. 186–192, doi: 10.1016/j.scienta.2017.01.005.
9. *Klejduš B.* Development of new efficient method for isolation of phenolics from sea algae prior to their rapid resolution liquid chromatographic-tandem mass spectrometric determination / *B. Klejduš, M. Plaza, M. Snoblova, [et al.] // Journal of pharmaceutical and biomedical analysis.* 2017. Vol. 135, pp. 87–96, doi: 10.1016/j.jpba.2016.12.015.
10. *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.
11. *Литвиненко О.А.* Виробництво харчових форм білків із насіння олійних культур/ [*О.А. Литвиненко, Ф.Ф. Гладкий, З.П. Федякіна*]. – К.: Аграр. Наука, 2016. – 52с.
12. *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, pp. 93–102.
13. *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, pp. 169–173. doi: 10.1016/j.jpba.2017.03.026
14. *Чуклин П.Е.* Влияние кофейной кислоты на сердечно-сосудистую систему в эксперименте : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.06 / *Роман Евгеньевич Чуклин.* – Курск, 2012. – 130 с.
15. *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, pp. 221–230.
16. *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, pp. 459–464.
17. *Grujic N.* Effects of Different Extraction Methods and Conditions on the Phenolic Composition of Mate Tea Extracts / *N. Grujic., Z. Lepojevic., B. Srdjenovic [et al.] // Molecules.* 2012. Vol. 17. № 3, pp. 2518–2528. doi: 10.3390/molecules17032518.
18. *Liu Q. M.* Optimization of ultrasonic-assisted extraction of chlorogenic acid from *Folium eucommiae* and evaluation of its antioxidant activity / *Q. M. Liu., X. M. Yang, L. Zhan. [et al.] // J. of Medicinal Plants Research.* 2010. Vol. 4. № 23, pp. 2503–2511.
19. *Upadhyay R.* Microwave-assisted extraction of chlorogenic acids from green coffee beans / *R. Upadhyay., K. Ramalakshmi, L.J.M. Rao // Food Chemistry.* 2012. Vol. 130. №1, pp. 184–188.
20. *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.
21. *Добрунов Д. С.* Технологія комплексної переробки соняшникової макухи з безлушпинного ядра : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 // *Дмитро Євгенійович Добрунов.* – Харків, 2016. –181 с. – Бібліогр.: с. 136–151.

References (transliterated)

- Labejko M.A. Pro zdatnist' prirodnih antioksidantiv vplivati na oksinnennja harchovih roslinnih olij / M.A. Labejko, O.A. Litvinenko, N.M. Ljubchenko [ta in.] // Integrovani tehnologij ta energozberezhennja. 2019. No. 1, – pp. 78–85.
- Shapovalova I.E. Vozmozhnost' ispol'zovanija podsolnechnogo shrota kak istochnika prirodnoho antioksidanta – hlorogenovoj kisloty / I.E. Shapovalova, Z.P. Fedjakina // Olijno-zhirovij kompleks. 2013. No.2 (41), pp. 49–50.
- Piven' O. M. Tehnologija stabilizacii harchovih zhiriv shhodo oksinjuval'nogo psuvannja: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.06; zahishhena 21.06.2007; zatv. 17.10.2007 / Olena Mikolaivna Piven'. – Kh., 2007. 169 p.
- 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 Chemistry: 2009. No. 115, pp. 758–765.
- Shapovalova I.E. Obosnovanie poluchenija hlorogenovoj kisloty iz podsolnechnogo shrota / I.E. Shapovalova, Z.P. Fedjakina, I.N. Demidov i [dr.] // Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovih tehnologij: 2013. No.6/6, pp. 39–41.
- Temple N.J. Antioxidants and disease: more questions than answers / N.J. Temple // Nutr Res. 2000. Vol. 20. No.3, pp. 449–459, doi: org/10.1016/S0271-5317(00)00138-X.
- Budryn, G. Influence of the Form of Administration of Chlorogenic Acids on Oxidative Stress Induced by High fat Diet in Rats / G. Budryn, D. Zaczynska, D. Zyzelewicz [et al.] // Plant foods for human nutrition. 2017. Vol. 72. No.2, pp. 184–191, doi: 10.1007/s11130-017-0608-3.
- Raudone, L. Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania / L. Raudone, R. Raudonis, M. Liaudanskas [et al.] // Scientia horticulturae. 2016. Vol. 216, pp. 186–192, doi: 10.1016/j.scienta.2017.01.005.
- Klejdus B. Development of new efficient method for isolation of phenolics from sea algae prior to their rapid resolution liquid chromatographic-tandem mass spectrometric determination / B. Klejdus, M. Plaza, M. Snoblova, [et al.] // Journal of pharmaceutical and biomedical analysis. 2017. Vol. 135, pp. 87–96, doi: 10.1016/j.jpba.2016.12.015.
- Levickij A.P. Hlorogenovaja kislota: biokhimiya i fiziologija / A.P. Levickij, E.K. Vertikova, I.A. Selivanskaja // Mikrobiologija i bioteknologija. 2010. No.2, pp. 6–20.
- Litvinenko O.A. Virobnictvo harchovih form bilkiv iz nasinnja olijnih kul'tur/ [O.A. Litvinenko, F.F. Gladkij, Z.P. Fedjakina]. – K.: Agrar. Nauka, 2016. – 52p.
- 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, pp. 93–102.
- 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, pp. 169–173. doi: 10.1016/j.jpba.2017.03.026
- Chuklin R.E. Vlijanie kofejnoj kisloty na serdechno-sosudistuju sistemu v jeksperimente : dis. ... kand. med. nauk : 14.03.06 / Roman Evgen'evich Chuklin. – Kursk, 2012. – 130 p.
- 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, pp. 221–230.
- 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, pp. 459–464.
- Grujic N. Effects of Different Extraction Methods and Conditions on the Phenolic Composition of Mate Tea Extracts / N. Grujic., Z. Lepojevic., B. Srdjenovic [et al.] // Molecules. 2012. Vol. 17. № 3, pp. 2518–2528. doi: 10.3390/molecules17032518.
- Liu Q. M. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of chlorogenic acid from Folium eucommiae and evaluation of its antioxidant activity / Q. M. Liu., X. M. Yang, L. Zhan. [et al.] // J. of Medicinal Plants Research. 2010. Vol. 4. No.23, pp. 2503–2511.
- Upadhyay R. Microwave-assisted extraction of chlorogenic acids from green coffee beans / R. Upadhyay., K. Ramalakshmi, L.J.M. Rao // Food Chemistry. 2012. Vol. 130. No.1, pp. 184–188.
- Lekar' A.V. Jekstrakcija hlorogenovoj kisloty iz sabel'nika bolotnogo COMARUS PALUSTRE L. V srede subkriticheskoj vody / A.V. Lekar', O.V. Filonova, S.N. Borisenko [i dr.] // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2014. No.3, pp. 201–207. doi: 10.14258/jepm.1403201.
- Dobrunov D. E. Tehnologija kompleksnoj pererobki sonjashnikovoi makuhi z bezlushpinnoho jadra : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.18.06 / Dmitro Evgenijovich Dobrunov. – Kharkiv, 2016. –181 p. – Bibliogr.: pp. 136–151.

Надійшла (received) 22.06.2019

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Лабейко Марина Анатоліївна (Лабейко Марина Анатольевна, Labeiko Marina Anatoliyivna) – 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: 00000002-6306-6272; e-mail: labejkomarina@gmail.com

Литвиненко Олена Анатоліївна (Литвиненко Елена Анатольевна, Litvinenko Olena Anatoliyivna) – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна.

ORCID: № 0000-0003-0493-1585; e-mail: elena.litvinenko14@gmail.com

Любченко Надія Михайлівна (Любченко Надежда Михайловна, Liubchenko Nadiia Mihaylovna) – магістрант, кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна.

ORCID: № 0000-0003-2305-3124; e-mail: nadezhda.lvubchenko2016@gmail.com

Гладкий Федір Федорович (Гладкий Федор Федорович, Gladkiy Fedir Fedorovich) – 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.