

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ ЯК ІНТЕНСИФІКАТОР ПРИ ВТОРИННІЙ ОЧИСЦІ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

Осадчук П. І., д.т.н., доцент

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна

Анотація. Наукові дослідження багатьох лабораторій показали, що для здоров'я людини представляють небезпеку не які окремі компоненти олій і жирів, а також продукти їхнього окислювання і розпаду. Не сам холестерин викликає утворення атеросклеротичних бляшок, а продукти його окислювання, які утворюють складноєфірні з'єднання з насиченими жирними кислотами. Похідні окислених холестеринових та інших ліпідних компонентів, що входять до складу нерафінованих олій, також можуть визивати виникнення важких захворювань, наприклад, ішемія та навіть рак. Однак, не завжди самі гідроперекиси небезпечні для здоров'я, а від продуктів їхнього розпаду з утворенням вільних радикалів є реальна загроза здоров'ю людини. Усі види рослинної олії, що використовуються для виробництва продуктів харчування людей повинні пройти глибоке очищення на спеціальному устаткуванні. Це необхідно для видалення з олії низькомолекулярних жирних кислот, альдегідів, кетонів і інших летючих продуктів, що визначають запах і смак продукту, а також виділення з нього небажаних чужорідних з'єднань. Високоякісні рослинні олії можуть бути отримані тільки після ретельного проведення їхнього очищення, яке можна умовно розділити на первинне і наступне, більш глибоке, назване - рафінацією. Системний аналіз енерготехнологій є ефективним інструментом зниження витрат енергії у виробництві та показав, що сучасні технології очищення рослинних олій – це складні системи, які включають ряд операцій. При глибокому очищенні рослинних олій, використання хімічних реагентів та каталізаторів поліпшує якість олій та інтенсифікує процес. Однак при їх використанні виникає потреба у додаткових матеріальних витратах, оскільки ці компоненти мають постійно оновлюватись. У зв'язку з цим проведено дослідження процесу гідратації ріпакової олії застосовуючи електромагнітну обробку, з метою інтенсифікації видалення супутніх речовин, зниження енерговитрат та поліпшення якості продукції.

Ключові слова: гідратація, електромагнітне поле, температура, олія.

Вступ. Найважливішою задачею при виробництві харчових, зокрема жирових, продуктів є отримання їх біологічної повноцінності та екологічної безпеки. При виробництві рідинних рослинних олій за рахунок технологічних обробок досягається екологічна чистота, це відбувається шляхом видалення небажаних з'єднань та домішок (ядохімікатів, токсичних елементів, канцерогенів і ін.). Одночасно з цим частково виділяються і деякі корисні біологічно активні компоненти: фосфоліпіди, фітостероли, токофероли, що приводить до зниження їхнього вмісту і зміни необхідних для організму співвідношень [1]. Так, комбінація високого вмісту в кукурудзяній олії поліненасичених жирних кислот і рівня β -ситостеролу до 700 мг на 1 кг, обумовлюють його лікувальні властивості при захворюваннях серцево-судинної системи та атеросклерозі.

Актуальність. Відомо, що фізіологічні властивості рослинних олій залежать від складу і співвідношення в них жирних кислот і їхнього положення в тригліцеридах олії, наявності біологічно активних з'єднань (фосфоліпідів, стеролів, токоферолів, каротиноїдів і ін.) [2]. Однак природні жири та олії по своєму складу не є ідеально фізіологічно повноцінним продуктом, тому що практично в кожному з них має дефіцит або надлишок одного або декількох компонентів. У той же час вони являють собою коштовне джерело антисклеротичних і біологічно активних речовин - незамінних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) - лінолевої (сімейство ω -6) і ліноленової (сімейство ω -3), фосфатидів, стеролів, жиророзчинних вітамінів.

Аналіз літературних джерел. Наукові дослідження багатьох лабораторій показали, що для здоров'я людини представляють небезпеку не які окремі компоненти олій і жирів, а також продукти їхнього окислювання і розпаду. Не сам холестерин викликає утворення атеросклеротичних бляшок, а продукти його окислювання, які створюють з насиченими жирними кислотами складноєфірні з'єднання. Окислені похідні холестеринових та інших ліпідних компонентів, що входять до складу нерафінованих олій, також можуть бути як причина виникнення важких захворювань, наприклад, ішемія та навіть рак. Однак не завжди самі гідроперекиси небезпечні для здоров'я, а від продуктів їхнього розпаду з утворенням вільних радикалів є реальна загроза здоров'ю людини [3, 12, 13]. Всі рослинні олії завдяки відсутності холестерину, своєму складу жирних кислот можуть зменшувати ризик виникнення серцево-судинних захворювань. Значення їхнього впливу на організм залежить від співвідношення жирних кислот у різних видах олій. Велику роль мають також токофероли, фітостерини, каротиноїди, які присутні у оліях.

Необхідно акцентувати увагу на тому, що усі різновиди рослинних олій незважаючи на місце їхнього виробництва підлягають контролю на харчову цінність та відповідність гігієнічним вимогам безпеки. Під контролем вміст важких металів (свинець, миш'як, кадмій, ртуть), афлатоксинів B₁, пестицидів, радіонуклідів.

дів [4]. Кожна з рослинних олій вносить свою оригінальну частку в загальну енергетичну складову. Асортимент рослинних олій завдяки розвитку олійно-жирового виробництва і можливостям імпортування олій постійно зростає, і на даний час можна дозволити різноманітність їх вживання, а ні обмежувати себе вживанням однакових видів. Одним з дарунків природи є - рослинні олії, і ними потрібно користуватись.

З метою створення повноцінних жирових продуктів використовують як змішання різних по властивостях олій, так і вироблення продуктів із заданими властивостями, що здійснюється шляхом удосконалювання процесу очищення. Необхідно відзначити, що саме, супутні речовини і домішки, а не тригліцериди визначають колір, смак і запах жирів. При цьому деякі супутні речовини (наприклад, фосфоліпіди, вітаміни) підвищують харчову цінність жирів. Наявність же інших речовин (восків, госсиполу і ін.), навпаки, погіршує якість жирів і ускладнює їх технологічну переробку.

Усі види рослинної олії, що використовуються для виробництва продуктів харчування людей, а також комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин повинні пройти глибоке очищення на спеціальному устаткуванні [5]. Це необхідно для видалення з олії низькомолекулярних жирних кислот, альдегідів, кетонів і інших летючих продуктів, що визначають запах і смак продукту, а також виділення з нього небажаних чужорідних з'єднань — поліциклічних ароматичних вуглеводів, ядохімікатів, токсичних продуктів. Даний процес відбувається при низькому тиску — у вакуумі (0,3—0,7 кПа) і високій температурі (220—230 °C) при введенні в нагріту олію водяної пари.

Високоякісні рослинні олії можуть бути отримані тільки після ретельного проведення їхнього очищення, яке можна умовно розділити на первинне і наступне, більш глибоке, назване - рафінацією.

Системний аналіз енерготехнологій є ефективним інструментом зниження витрат енергії у виробництві показав, що сучасні технології очищення рослинних олій — це складні системи, які включають ряд операцій: відстоювання, фільтрацію, центрифугування, гідратацію, нейтралізацію, відбілювання та дезодорацію [6]. При глибокому очищенні рослинних олій, використання хімічних реагентів та каталізаторів поліпшує якість олій та інтенсифікує процес. Однак при їх використанні виникає потреба у додаткових матеріальних витратах, оскільки ці компоненти мають постійно оновлюватись.

Постає питання додаткового очищення рослинних олій від самих хімічних реагентів та каталізаторів, що приводить до додаткових енергетичних витрат. У разі неякісного очищення від хімічних сполук може навпаки знизитись якість олії. Така олія несе загрозу для здоров'я людини.

Мета досліджень. Провести дослідження процесу гідратації ріпакової олії застосовуючи електромагнітну обробку, з метою інтенсифікації видалення супутніх речовин, зниження енерговитрат та поліпшення якості продукції.

Результати досліджень. Як показали дослідження, у ріпаковій пресовій нерафінованій олії кількість гідрофільних фосфорутримуючих речовин досягає в середньому 0,4-0,8 %. Дві частини молекул цих речовин представляють собою: по перше утворені залишками фосфорної кислоти і спирту - гідрофільні групи, по друге ті що включають довгі ланцюги залишків жирних кислот — гідрофобні групи [2].

Гідратація це найбільш розповсюджений метод витягу фосфатидів з олій. Сам процес гідратації поєднує декілька засобів обробки олій: сильно розведеними водними розчинами солей, лугів та кислот або водою. У виробництві застосовуються різноманітні режими, які можуть відрізнятися друг від друга по кількості агента за допомогою якого проводиться гідратація, його складу і т.д. Вода використовується для гідратації найчастіше [6].

Фосфати мають спорідненість до води та властивості гідрофільних колоїдів завдяки наявності полярних угруповань, таким чином, це дає можливість припустити, що вплив електромагнітного поля при проведенні процесу гідратації буде мати позитивний ефект [11].

У цьому випадку з метою зменшення часу гідратації і збільшення виділення осаду, який являє собою фосфорутримуючі речовини, нами були проведені експериментальні дослідження впливу електромагнітного поля на даний процес.

Спираючись на досліди процесу електричного намагнічування соняшникової олії при гідратації [9], провели експериментальні дослідження для ріпакової олії з метою підготовки до процесу отримання якісного продукту. Проведення експерименту полягало у наступному. Для процесу гідратації використовувалось стандартне обладнання УГРМ – 20.2, яке виробляється Харківським виробничим об'єднанням «РОСС» із застосуванням розробленою

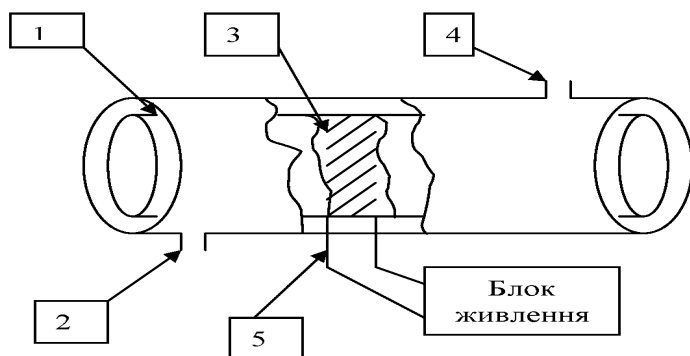


Рис. 1 – Схема установки електромагнітної обробки рослинних олій : 1 – олієпровід; 2 – патрубок подачі олії; 3 – електромагнітна котушка; 4 – патрубок виходу олії; 5 – живлення електромагнітної котушки

нами електромагнітною установкою, схема якої наведена на рисунку 1.

Електромагнітна установка складається з двох концентричних труб різного діаметра, розташовані одна в іншій. Внутрішня труба латунна або нержавіюча, зовнішня труба олієпровідна нержавіюча.

Котушки утворюють імпульсне магнітне поле з полярністю, яка чергується, між їх полюсами та зовнішньою трубою, розташовані у внутрішній трубі. Центрування внутрішньої труби здійснюється трьома ребрами, розташованими під кутом 120° . Подача ріпакової олії відбувається з нижнього патрубку, а вихід з верхнього. Омагнічування ріпакової олії здійснюється в концентричному зазорі кільцевої форми між внутрішньою і зовнішньою трубою.

Технічні параметри установки.

Допускається робота електромагнітної установки в сирих опалювальних і не опалювальних приміщеннях при вологості повітря до 90 %. Номінальна швидкість олії – 0,3 м/с. Номінальна продуктивність – 1,5 м³/год. Максимальний струм апарата – 1,2 А. Максимальна напруженість магнітного поля – 200 кА/м. Максимальна потужність споживання – 25 Вт. Діаметр труби – 48 мм. Габарити: довжина – 750 мм. Діаметр патрубків – 1/2". Довжина патрубків 60 мм. Маса не більш – 15 кг.

Імпульсний блок живлення, який призначений для роботи в опалювальних сухих приміщеннях при вологості повітря не більш 80 % та температурі повітря 15-35 °С. Діапазон регулювання пульсації струму – 2-10 Гц. Максимальний струм навантаження – 1,2 А. Напряга мережі живлення – 220 В.

Габарити: Довжина – 180 мм. Ширина – 150 мм. Висота – 150 мм. Маса не більш – 2 кг. Діапазон регулювання амплітуди пульсації струму – 0,5-1 А.

Методика експериментального визначення параметрів електромагнітного поля.

Проводили зміну напруженості електромагнітного поля при протіканні суміші олії з водою через електромагнітний апарат, а також змінювали температуру місцели. Одночасно фіксувалось час видалення осаду і його маса у відсотковому відношенні, щодо загальної кількості фосфороутримуючих речовин у ріпаковій олії. У ріпаковій олії вміст фосфоліпідів становить приблизно 0,09 %, але значну частку фосфатидів складають важко-гідратуємі та негідратуємі фосфатидилсерин, поліфосфогліцериди і фосфатидні кислоти. Електромагнітна активація системи масло - фосфоліпиди дозволяє збільшити поверхневу активність фосфоліпідів, в тому числі і їх негідратуєміх форм, на границі розділу фаз з водою, а також збільшити максимальну адсорбцію фосфоліпідів в міжфазному шарі. Все це в цілому приводить до підвищення ступеня гідратуєміст фосфоліпідів.

Зміна напруженості електромагнітного поля проводилась при проходженні суміші олії з водою через електромагнітну установку, крім того змінювалась температура місцели. Проводили заміри часу видалення осаду і його маси у відсотковому відношенні, щодо загальної кількості фосфороутримуючих речовин у ріпаковій олії. Результати проведених досліджень приведені на рисунку 2-4.

На рисунку 2 наведено визначення кількості видалених фосфатидів при зміні напруженості магнітного поля.

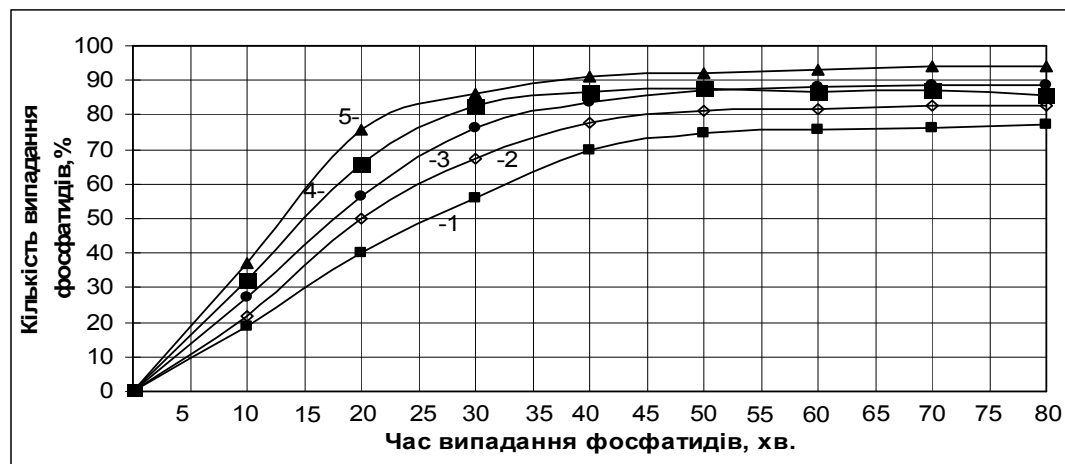


Рис. 2 – Визначення кількості видалених фосфатидів при зміні напруженості магнітного поля:

1 – без електромагнітного поля, 2 – 115 кА/м; 3 – 135 кА/м; 4 – 155 кА/м; 5 – 175 кА/м.

Аналізуючи графік наведений на рисунку 2 відносно впливу електромагнітного поля на процес виділення фосфатидів спостерігаємо позитивний ефект. З наведених п'яти графіків можна бачити, що при класичному режимі гідратації (крива 1) кількість та час видалення фосфатидів менша на 15 відсотків. При використанні електромагнітного поля та змінюючи його напруженість від 115 кА/м до 175 кА/м (криві 2-5) можна констатувати збільшення маси видалення осаду. Також різниця у кількості видаленого осаду при напруженості поля в діапазоні 155 – 175 кА/м незначна. Тому можна визначити раціональну напруженість електромагнітного поля, таку як 155 кА/м.

На рисунку 3 наведено визначення кількості осаду при напруженості магнітного поля 155 кА/м., та різної температури місцели.

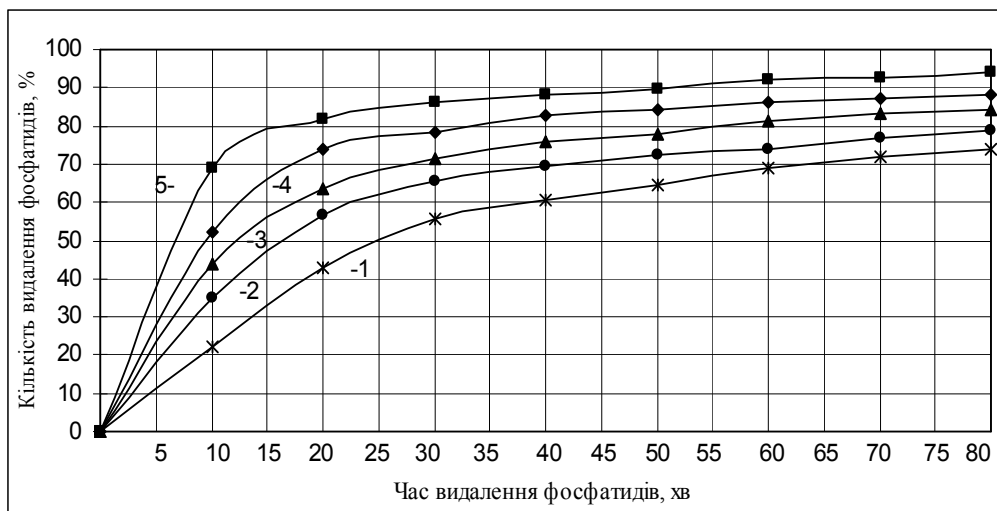


Рис. 3 – Визначення кількості осаду при напруженості магнітного поля 155 кА/м., та різної температури місцели: 1 – 20 °C, 2 – 30 °C, 3 – 40 °C, 4 – 50 °C, 5 – 60 °C.

З сімейства кривих рисунку 3 видно, що кількість та час видалення фосфатидів при зміні температури місцели збільшується прямо пропорційно збільшенню температури. Різниця маси осаду при зміні температури процесу гідратації від 20 °C до 60 °C (графіки 1-5), складає приблизно 15 відсотків. Як що порівнювати проведення процесу гідратації з температурою місцели від 20 °C до 60 °C при напруженості магнітного поля 155 кА/м бачимо збільшення швидкості утворювання осаду. Однак різниця в діапазоні від 50 °C до 60 °C незначна. Тому визначаємо раціональну температуру місцели 55 °C. Також опираючись на отримані експериментальні залежності можна визначити раціональний час обробки електромагнітним полем який складає одну годину.

На рисунку 4 представлено визначення часу видалення фосфатидів з олії при використанні та без використання електромагнітного поля.

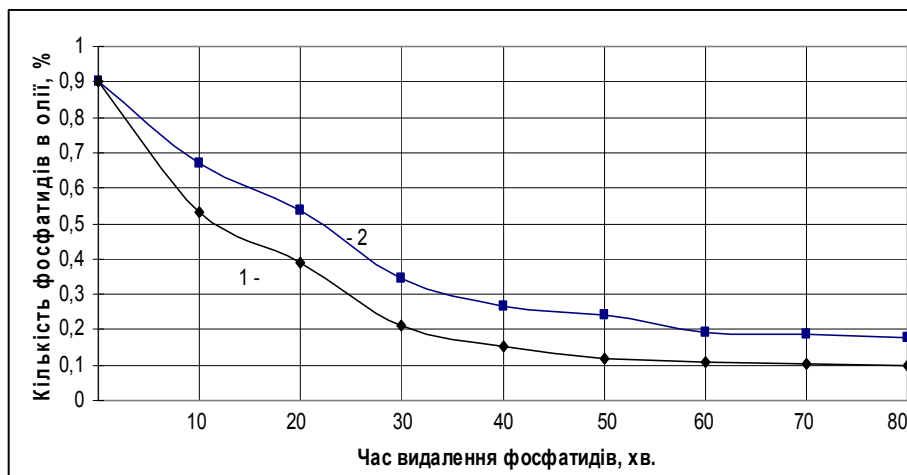


Рис.4 – Час видалення фосфатидів з олії: 1 – з використанням електромагнітного поля, напруженість електромагнітного поля 155 кА/м, температурі 55 °C; 2 – без використання електромагнітного поля. (Ріпакова олія)

З кривих рисунку 4 бачимо інтенсифікацію процесу гідратації та збільшення кількості отриманого осаду, що позитивно впливає збоку збереження енергії, поліпшення якості продукції та збільшення продуктивності обладнання.

Висновки. Створено конструкцію експериментальної установки для обробки олії електромагнітним полем. За допомогою запропонованої методики визначення параметрів електромагнітного поля, а саме ефектної полоси напруженості, температури місцели та часу гідратації рослинних олій, отримані рекомендовані

технологічні параметри при яких спостерігається інтенсифікація процесу гідратації ріпакової олії за допомогою використання електромагнітного інтенсифікатора.

References

1. Fedak N.V., Dyhtyar A.M. (2009). Dynamics of tocopherol content in sunflower oils with different fatty acid composition during heating. *Proceedings of TDATU*, 4(12), 139-145.
2. Harutyunyan N.S., Kornena E.P., Nesterova E.A. (2004). *Refinement of oils and fats. Theoretical foundations, practice, technology, equipment* St. Petersburg: GIOR
3. Simakhina G.O. (2008). Bioantioxidants – necessary components of healthy nutrition. Scientific works of the National Technical University of Ukraine, 25, 104-106.
4. Rudyk F.Ya., Morgunova N.Ya., Tulyeva M.S. (2015). Factors determining the process of spoilage of oil during storage. *Agrarian Scientific Journal*, 4, 66 - 69.
5. Lovkis Z. V. et al. (2010). *Quality and safety of food products*. Minsk: IVC of the Ministry of Finance
6. R. O'Bryan (2007). *Fats and oils. Production, composition and properties, application*. St. Petersburg: Profession.
7. Vytenko T.N., Humnytsky Y.M. (2007). Mechanism of activating action of hydrodynamic cavitation on water. *Chemistry and technology of water*, 29(5), 422-432.
8. Osadchuk P. I., Bezbakh I. V. (2021). Engineering methods for calculating the hydration process during oil treatment with electromagnetic waves. *Scientific Works*, 85(1), 49-55.
9. Osadchuk P. I. (2019). The use of an electromagnetic field in the hydration of vegetable oils. *Scientific Works*, 83(1), 98-103.
10. P. I. Osadchuk, D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, S. N. Peretiaka, A. P. Lipin. (2020) Study of the effect of ultrasonic field in purifying sunflower oil. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (No 2), 486–491.
11. Bologa M. K., Berill I. I. (2004). *Refining sunflower oil in an electric field*. Moldova: Stinta.
12. Enakiev Y., Asenov L., Kostadinov G. (2014). Main aspects of pelleting sunflower waste biomass. *Agricultural Engineering (Bulgaria)*, 51(1), 40-46.
13. Georgiev V., Kapashikov G., Ivanov L., Morteve I., Enakiev Y. (2013) Investigation of sunflower stems and heads combustion in chipped biomass combustion equipment. *International Scientific Conference EE&AE, Ruse, Bulgaria*, 443-447.

ELECTROMAGNETIC FIELD AS AN INTENSIFIER IN THE SECONDARY PURIFICATION OF RAPESEED OIL

Osadchuk P. I., doctor of technical sciences, associate professor
Odessa National University of Technology, Odessa, Ukraine

Abstract. Scientific studies of many laboratories have shown that certain components of oils and fats, as well as their oxidation and decomposition products, pose a danger to human health. It is not cholesterol itself that causes the formation of atherosclerotic plaques, but its oxidation products, which create ester compounds with saturated fatty acids. Oxidized derivatives of cholesterol and other lipid components, which are part of unrefined oils, can also be the cause of serious diseases, such as ischemia and even cancer. At the same time, hydroperoxides themselves are not always dangerous for health, but the products of their decay with the formation of free radicals pose a real threat to human health. All types of vegetable oil used for the production of human food must undergo deep purification on special equipment. This is necessary to remove from the oil low-molecular fatty acids, aldehydes, ketones and other volatile products that determine the smell and taste of the product, as well as to remove unwanted foreign compounds from it. High-quality vegetable oils can be obtained only after their thorough purification, which can be conditionally divided into the primary and the following, deeper, called - refining. System analysis of energy technologies is an effective tool for reducing energy costs in production and has shown that modern vegetable oil purification technologies are complex systems that include a number of operations. In deep purification of vegetable oils, the use of chemical reagents and catalysts improves the quality of oils and intensifies the process. However, when using them, there is a need for additional material costs, since these components must be constantly updated. In this regard, a study of the hydration process of rapeseed oil using electromagnetic treatment was carried out, with the aim of intensifying the removal of accompanying substances, reducing energy consumption and improving the quality of products.

Keywords: hydration, electromagnetic field, temperature, oil.

Список використаної літератури

1. Федак Н. В. Динаміка вмісту токоферолів в оліях соняшнику з різним жирнокислотним складом в процесі нагрівання / Н.В Федак, А.М. Дихтярь // Праці ТДАТУ. – 2009. – Т.4 – №12. – С.139-145.

2. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Нестерова Е.А. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование [Текст] / Н.С. Арутюнян, – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
3. Сімахіна Г. О. Біоантиоксиданти – необхідні компоненти оздоровчого харчування / Г. О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. – 2008. – № 25. – С. 104-106.
4. Рудик Ф. Я., Моргунова Н. Я., Тулиева М. С. Факторы, обуславливающие процесс порчи масла при хранении. // Аграрный научный журнал – 2015. - №4. – с.66 – 69.
5. Качество и безопасность пищевых продуктов : учеб. пособие / З. В. Ловкис [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 398 с.
6. Жири и масла. Производство, состав и свойства, применение. / Р. О'Брайен: пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкеной, Н. С. Селивановой, Н. В. Маглы – СПб: Профессия, 2007. – 752 с.
7. Витенько Т. Н. Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду / Т.Н. Витенько, Я.М. Гумницкий // Химия и технология воды. - 2007. - Т. 29 - № 5. - С. 422-432
8. Осадчук П. І., Безбах І. В. Інженерні методи розрахунку процесу гідратації при обробці олії електромагнітними хвилями. Збірник наукових праць, ОНАХТ. Випуск 1 том 85 – Одеса, 2021. – с. 49-55
9. Осадчук П. І. Використання електромагнітного поля при гідратації рослинних олій. Збірник наукових праць, ОНАХТ. Випуск 1 том 83 – Одеса, 2019. – с. 98-103
10. P. I. Osadchuk, D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, S. N. Peretiaka, A. P. Lipin. (2020) Study of the effect of ultrasonic field in purifying sunflower oil. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (No 2) 2020, 486–491.
11. Болога М. К. Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле: монография / М. К. Болога, И. И. Берилл; АН Республики Молдова, Институт прикладной физики. - Молдова: Stinta, 2004.-214 с.
12. Y. Enakiev, L. Asenov, G. Kostadinov. Main aspects of pelleting sunflower waste biomass. Agricultural Engineering (Bulgaria). Volume 51. Issue 1, ISSN: 0037-1718. 2014, 40-46.
13. V. Georgiev, G. Kapashikov, L. Ivanov, I. Morteve, Y. Enakiev. Investigation of sunflower stems and heads combustion in chipped biomass combustion equipment. International Scientific Conference EE&AE, Ruse, Bulgaria. 2013, 443-447.

Отримано в редакцію 20.05.2022
Прийнято до друку 20.09.2022

Received 20.05.2022
Approved 20.09.2022