

BIOLOGICAL TECHNOLOGIES AND BIOENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.9>

RESEARCH OF THE PROCESS OF ISOLATION OF FREE UNSATURATED FATTY ACIDS BY SUBCRITICAL WATER

Dubova H. Ye.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Technology
Poltava State Agrarian Academy*

Budnyk N. V.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Technology
Poltava State Agrarian Academy*

Kainash A. P.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Technology
Poltava State Agrarian Academy
Poltava, Ukraine*

The process of release of free polyunsaturated fatty acids (PUFA) is often associated with issues of deterioration of the quality of oilseeds, oxidation of products or spoilage. However, a number of industries use free PUFAs as a target product in the complex processing of raw materials, the release of glycerin, the enrichment of food with minor components, in cosmetology and the synthesis of aromatic substances. Additional sources of PUFA are contained in the waste of processing oil seeds, fish oils, algae, etc. To isolate free PUFA from raw materials, enzymatic or hydrothermal cleavage of lipids consisting of triacylglycerides (TAG) is used. The complexity of the process of enzymatic cleavage of TAG lies in the interaction between hydrophilic enzymes and a lipophilic substrate. The issue of hydrothermal cleavage is limited by the technical and technological conditions of the process.

An innovative approach to obtaining PUFA can be the use of subcritical water (SCW). Sufficient experience has been accumulated [1, p. 110] in the use of SCW extraction to isolate the necessary components from plant materials. The authors [2, p. 338] showed that the treatment of algae at a

temperature of 50 ... 150°C with subcritical water with the addition of solvents at a pressure of 10 MPa for 20 minutes led to an increase in the amount of released lipids. The issue of changing the qualitative composition of lipids of isolated SCW and increasing the content of free PUFA in the obtained lipid extracts has not been studied enough. Presumably, during extraction with water in a subcritical state, the hydrolysis reactions of TAG proceed in parallel with the extraction, and their qualitative composition changes. Some researchers note that in the process of subcritical extraction of lipids with organic solvents, mainly free PUFA are released [3, p. 186]. Some researchers believe that the components are not oxidized by SCW, unlike ordinary water when boiling. This means that TAGs do not undergo hydrolytic cleavage in the SCW medium, but respond to the properties of SCW: a decrease in dielectric constant, viscosity, a change in polarity close to organic solvents, etc. Therefore, the purpose of this work is to study the process of hydrolysis of TAG and the isolation of PUFA from plant lipid-containing raw materials in the SCW environment.

Chia and flax seeds were selected as a source of PUFA. A suspension (4 g of seeds and 150 g of water) was prepared from them for the treatment of SCW. The studies were carried out on a laboratory setup, the main blocks of which are a high-pressure reactor RVD – 2-500 (NPO Orgsintez, Ukraine), a magnetic stirrer with a heated platform RIVA – 04.3 (NPO Orgsintez, Ukraine) and a high pressure compressor PCP ELECTRIC AIR «(China) with a working pressure up to 300 atm. The system was kept in two static modes: the first (150°C, duration 13-15 min), the second (120°C, duration 2-4 min) and a pressure of 11-15 MPa. In order to preliminary study the process of hydrolytic decomposition of TAG of SCW plant raw materials, we used model 3% solutions of sunflower oil in water. The presence of free PUFA was determined by titration of the alcohol-ether mixture of the extract with 0.01 n KOH solutions in the presence of phenolphthalein.

The treatment of model 3% solutions of sunflower oil with SCW for 13 min at a temperature of 150°C showed an increase in the amount of free PUFA by 5-6.5 times compared to the control (not treated) oil sample. Thus, free PUFAs were isolated from TAG of sunflower oil and represented mainly by oleic acid, since the test for the formation of C₆ – C₉ compounds and specific GLV aroma with soy lipoxygenases was negative [4, p. 633]. The test was carried out by mixing the test samples with aqueous extracts of soy lipoxygenase and sensory evaluation of the aroma. The lipid fraction in the samples after SCW treatment organoleptically represented a thick, transparent yellowish film with a slight smell of heat-treated oil, located both on the sample surface and in suspension in a liquid. These indicators testified that the selected processing parameters lead to signifi-

cant changes in the samples under study. The same conclusion was confirmed by the results of processing a suspension of chia seeds: there is a significant thermal destruction of the seed coat and the coloring of the extract in a rich brown color, which complicates the use of the classical method for the determination of free PUFA. Therefore, the first static processing mode was not used further in the experiments.

The suspension of chia and flax seeds was treated with SCW in the second static mode; as a control sample, the suspension was kept in a thermostat at a temperature of 100°C for 5 hours. Comparative characteristics of the control and experimental samples showed a significant increase in the amount of free PUFA in the extracts. For chia a seed, the increase in comparison with the control sample was 10 times, for flax seeds it was 7 times (average values). Thus, the treatment of chia and flax seeds under the indicated conditions made it possible to obtain a lipid fraction with an increased content of free PUFAs. Since linoleic and linolenic acids predominate among the PUFAs of these seeds, test studies of their reactivity with soybean lipoxygenases were carried out. The marker reaction of free PUFAs with soybean lipoxygenases in the studied samples showed the formation of C₆ – C₉ compounds and a specific GLV aroma, which confirms the release of linoleic and linolenic acids from TAG seeds.

The efficiency of using the treatment of SCW of lipid-containing seeds can be increased if conditions are created for the selective release of a certain free PUFA by selecting the thermal parameters characteristic of their synthesis. According to Lavoisier's law, the amount of thermal energy spent on the formation of compounds should be equal to the amount of energy spent on their splitting. Therefore, thermodynamic calculations of the formation and splitting of TAG [5, p. 15] can show the difference in the modes of selective cleavage of various PUFAs from glycerol and make it possible to regulate this process. For example, in preliminary experiments of flax suspension treatment under a static regime with a temperature of 110°C and a duration of 2 min, the amount of free PUFA increased by 7 times compared with the control, as in the treatment with the second static regime. However, the test for the formation of C₆ – C₉ compounds and specific GLV aroma showed that the intensity of aroma is less pronounced. This can be explained by the predominance of linoleic acid in the resulting mixture of free PUFAs.

Thus, the treatment of lipid-containing plant raw materials with SCW leads to the breakdown of TAG and the release of free PUFA, the range of static treatment of chia and flax seeds starts from 120°C, a pressure of 11 MPa and a duration of 4 min, a thermodynamic calculation of the amount of energy spent on the formation of bonds between glycerol and

PUFA will allow calculating the necessary parameters for the selective release of free PUFA.

References:

1. Субкритична екстракція біологічно активних речовин із виноградних вичавок: моногр. / В.О. Сукманов, А.І. Українець, В.Л. Зав'ялов та ін. К. : НУХТ, 2019. 415 с.
2. Derwenskus F., Metz F., Gille A., Schmid-Staiger U., Briviba K., Schließmann U., Hirth T. Pressurized extraction of unsaturated fatty acids and carotenoids from wet *Chlorella vulgaris* and *Phaeodactylum tricoratum* biomass using subcritical liquids. *Gcb Bioenergy*. 2019. Vol. 11. № 1. P. 335–344.
3. Hrnčič, M. K., Cör, D., Knez, Ž. Subcritical extraction of oil from black and white chia seeds with n-propane and comparison with conventional techniques. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2018. № 140. P. 182-187.
4. Sukmanov V., Marynin A., Dubova H., Bezusov A., Voskoboinik V. Study of aroma formation from lipids of the fruit raw material. *Ukrainian Food Journal*. 2016. Vol. 5. № 4. P. 629–643.
5. Улитин О. А. Некоторые особенности термодинамики гидролиза жиров. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 1992 № 3-4. С. 12–15.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.10>

РОЗУМНИЙ ПРИСТРІЙ МОНІТОРИНГУ ПУЛЬСУ ЛЮДИНИ

Івах М. С.

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри електронних приладів
Національного університету «Львівська політехніка»
м. Львів, Україна*

Пропонується конструкційне рішення для пристрою, який зможе зчитувати інформацію про серцевий ритм людини – автоматично (без втручання людини). Дані з пристрою зчитуватимуться автоматично, після чого в кінці дня – надсилатимуться на мобільний телефон власника. В кінці кожного тижня дані сортуватимуться і буде підраховано середнє значення пульсу користувача.

Основним завданням розумної системи вимірювання та аналізу пульсу [1, с. 55] є забезпечення користувачу максимально комфортних умов використання, мінімізація часу для отримання аналізу показів пульсу за певний інтервал часу, доступність у використанні системи в будь який час. Для виконання основного завдання пульсометра, найперше потрібно розробити систему вимірювання пульсу людини з певним інтервалом. Така система дасть можливість аналізувати дані про стан пацієнта в залежності від впливу різних чинників: факторів пори доби; фізичних навантажень; психоемоційних факторів.

Для цього застосовано модуль пульсу – Arduino Pulse sensor, який володіє змінним діапазоном напруги та струму живлення. Також, характеризується компактними розмірами і забезпечує максимально великий діапазон робочої області, завдяки довжині робочої хвилі. Контроль за всіма процесами, а також аналіз проведених досліджень здійснює мікроконтролер – Arduino Uno. Даний мікроконтролер забезпечує високу надійність, точність та якість продукту, поруч з невеликими фінансовими затратами. Наступною складовою став екран, на який виводиться вся необхідна інформація, а також графік частоти вимірювання пульсу [2 с. 160, 3 с. 4328]. Іншою невід’ємною складовою став звуковий браузер, на основі модуля Neoway M590 – для сповіщення про припинення вимірювання, або нагадування користувачу, про необхідність виміряти значення пульсу.

Найважливіший етап розробки пристрою є написання правильного програмного коду, адже він включає ініціалізацію всіх пристроїв поетапно, підбір найоптимальнішого режиму роботи, а також запуск роботи всіх пристроїв разом. Налагоджений механізм роботи пристрою – правильно написаний програмний код проводився в середовищі Arduino IDE.

Література:

1. Тернюк В.І., Шантир А.С. Інформаційно-вимірювальна система неперервного моніторингу показників пульсу//Гіротехнології та конструювання літальних апаратів: Тези доп. учасн. XIX наук.-техн. конф. студ. та молодих учених. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2016. – 67 с. (С. 54–55).
2. R. Lavanya, M. Nivetha, K. Revasree and K. Sandhiya, «Smart Chair-A Telemedicine Based Health Monitoring System,» *2018 Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, Coimbatore, 2018, pp. 459–463.

3. N. Hagiyama *et al.*, «Unconstrained Monitoring of Biological Signals Using an Aortic Pulse Wave Sensor,» *2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Honolulu, HI, 2018, pp. 4327–4330.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.11>

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЇ РІДИНИ ЗІ СХОВИЩА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ

Семененко Є. В.

*доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Інституту геотехнічної механіки імені М. С. Полякова
Національної академії наук України*

Демченко Т. Д.

*аспірантка
Інституту геотехнічної механіки імені М. С. Полякова
Національної академії наук України
м. Дніпро, Україна*

Для навколишнього середовища одна з основних загроз з боку сховищ відходів вуглезбагачення є підвищення рівня ґрунтових вод та їх забруднення технічною рідиною. Найперспективніший спосіб усунення цієї загрози – зневоднення сховищ відходів вуглезбагачення є висадка вологолюбних, швидкозростаючих рослин на дамбах та берегах, на достатній глибині, щоб коренева система функціонувала як губка і насос, і дозволяла видаляти воду з ґрунту. Найбільш поширено використання дерев сімейства вербових: верба біла, тополь різнолистий, тополь чорний, лох вузьколистий. Ці види дерев швидко ростуть і утворюють пагони, мають розвинену кореневу систему, добре розмножуються вегетативним шляхом та невибагливі до складу ґрунту. кожне дерево за рік випаровує 50 – 90 м³ ґрунтової води, а одна дрена на кожен метр довжини приймає і відводить 54 – 62 м³ [1]. В якості трав'яних рослин використовують жовтець повзучий, окопник лікарський, солодку, чий блискучий.

Враховуючи умови створення та експлуатації сховищ відходів переробки мінеральної сировини при розробці математичної моделі процесу фільтрації рідини зі сховища при наявності біотехногенного навантаження навкруги периметру приймемо наступні припущення: рідина, що фільтрується із сховища, є ідеальною та нестисливою [2–5]; процес