

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Ю.О. Веляев, канд. техн. наук, доцент
Т.И. Гнилицкая, младший научный сотрудник
Севастопольский государственный университет
(Россия, г. Севастополь)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-7-1-79-83

Работа выполнена в рамках соглашения с Минобрнауки России по программе трудоустройства выпускников № 075-03-2021-092/4.

Аннотация. В статье приводятся результаты ИК-спектрометрического исследования подсолнечного жмыха и полученного на основе его обработки концентрированным этиловым спиртом в условиях ультразвуковой активации шрота. Показано, что на спектрах присутствуют характеристические для углеводов и белков пики, а данный тип обработки не приводит к появлению каких-либо новых химических связей, а лишь делает более отчётливыми уже имеющиеся, что означает, что никаких новых, в том числе окисленных или потенциально опасных окисленных или ароматических соединений, не образуется.

Ключевые слова: подсолнечник, жмых, шрот, экстракция, ИК-спектроскопия.

Рост популяции человечества приводит к увеличению объёмов производства безопасных и сбалансированных продуктов питания. В основе любого рациона должны лежать сбалансированный состав, состоящий из белков, жиров и углеводов. При этом если за основу рациона брать нутриенты животного происхождения, то достичь больших объёмов производства для покрытия проблемы нормализации питания популяции человека представляется достаточно сложным и экономически весьма затратным, что обуславливается временем, которое затрачивается на рост животных, их питание и обеспечение постоянного ветеринарного контроля за их состоянием здоровья. Следовательно, неотъемлемой частью любого рациона, направленного на покрытие потребности человека в базовых белках, жирах и углеводах становится растительное сырьё.

Одним из уникальных и востребованных растительных источников многих необходимых нутриентов, является подсолнечник. Он произрастает в широтах с умеренным климатом и выращивается достаточно в больших количествах. Целевым компонентом от его переработки является

подсолнечное масло, которое отжимается из его семян после их очистки от лузги. Данное масло содержит широкий ассортимент Омега-3 и Омега-6 полиненасыщенных жирных кислот и некоторые витамины, благодаря чему является достаточно ценным компонентом, а также широко используется в процессе приготовления пищи при жарке. Побочным продуктом от производства подсолнечного масла является подсолнечный жмых, который, содержит белковый концентрат, и остатки масложировой фракции, которую не удалось отделить методом механического отжима. Этот побочный продукт от переработки семян подсолнечника содержит аминокислоты, которые необходимы для питания живых организмов, поэтому на сегодняшний день он широко используется в качестве кормовой базы для скота. Однако возможно и его использование в качестве продукта, который включён в рацион человека, для чего необходимо увеличить его сроки годности и улучшить органолептические свойства, которые снижаются при прогоркании масложировой фракции, находящейся в составе жмыха. Для этого необходимо доизвлечь данную

фракцию химическими методами, что позволит повысить сроки хранения полученного шрота и его органолептические характеристики.

Как известно подобное хорошо растворяется в подобном, а так как масложировая фракция, входящая в состав подсолнечного жмыха, представляет собой жирные кислоты, то они лучше всего растворяются в неполярных растворителях, таких как эфиры и неполярные углеводороды, при этом хуже всего они естественно растворяются в полярных растворителях, особенно в воде. Для очистки жмыхов, в частности и подсолнечного при получении комбикормов используются, например, гексан [1], однако такой компонент является опасным токсикантом и последующие стадии технологической схемы получения шрота должны включать переделы по максимальной очистке продукта от гексана, даже для получения продуктов питания животных. Соответственно при использовании продуктов, полученных на основе экстракционного удаления из жмыха масложировой составляющей, лучше использовать тот экстрагент, который будет и извлекать целевые компоненты и не будет столько опасен для здоровья человека даже в незначительных концентрациях [2]. Таким экстрагентом может выступать этиловый спирт или его водные растворы. При этом для повышения степени экстракции её можно проводить под действием ультразвука с целью увеличения поверхности контакта жмыха с экстрагентом [3]. В ходе этого процесса происходит незначительный нагрев пульпы, и возникает вопрос о том, не происходит ли каких-либо дополнительных процессов с обрабатываемым жмыхом, например, того же окисления.

Для исключения процессов окисления, а также образования прочих новых химиче-

ских связей в процессе такой обработки, нами было проведено ИК-спектрометрическое исследование образца подсолнечного жмыха до и после экстракции масложировой фракции из него этанолом.

Образец жмыха был предоставлен предприятием ООО «ПКМ», располагающимся в Красногвардейском районе Республики Крым. Для получения шрота образец исходного жмыха помещался в химический реактор, заливался этиловым спиртом (ГОСТ Р 51652-2000) в массовом соотношении жмых : экстрагент = 1 : 5 и далее в данную пульпу погружался ультразвуковой соноотрод Hielscher UP200Ht после чего проводилась ультразвуковая обработка с мощностью ультразвука 29 Ватт в течение 30 минут. По истечению получаса соноотрод извлекался и проводилось дополнительное перемешивание пульпы ещё в течение 15 минут. После окончания экстракции проводилась фильтрация, с помощью которой полученный шрот отделялся от экстракта. Затем образец шрота сушился при 105 °С до постоянной массы. После чего образцы исходного жмыха и полученного шрота исследовались методом ИК-спектроскопии.

Все ИК-спектры, представленные в данной работе, были получены с помощью инфракрасного Фурье-спектрометра ФСМ 2201 (ООО "Инфраспек", Россия) в области 4000–400 см⁻¹ (спектральное разрешение 2 см⁻¹; 16 сканов). ИК-спектр образцов снимали в таблетке КВг. Для работы с ИК-спектрометром ФСМ-2201 использовали программу FSpec 4.3.0.7 (ООО "Инфраспек", Россия). Работы проводились в Политехническом институте ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет".

На рисунках 1 и 2 приводятся полученные ИК-спектры исходного жмыха и полученного шрота.

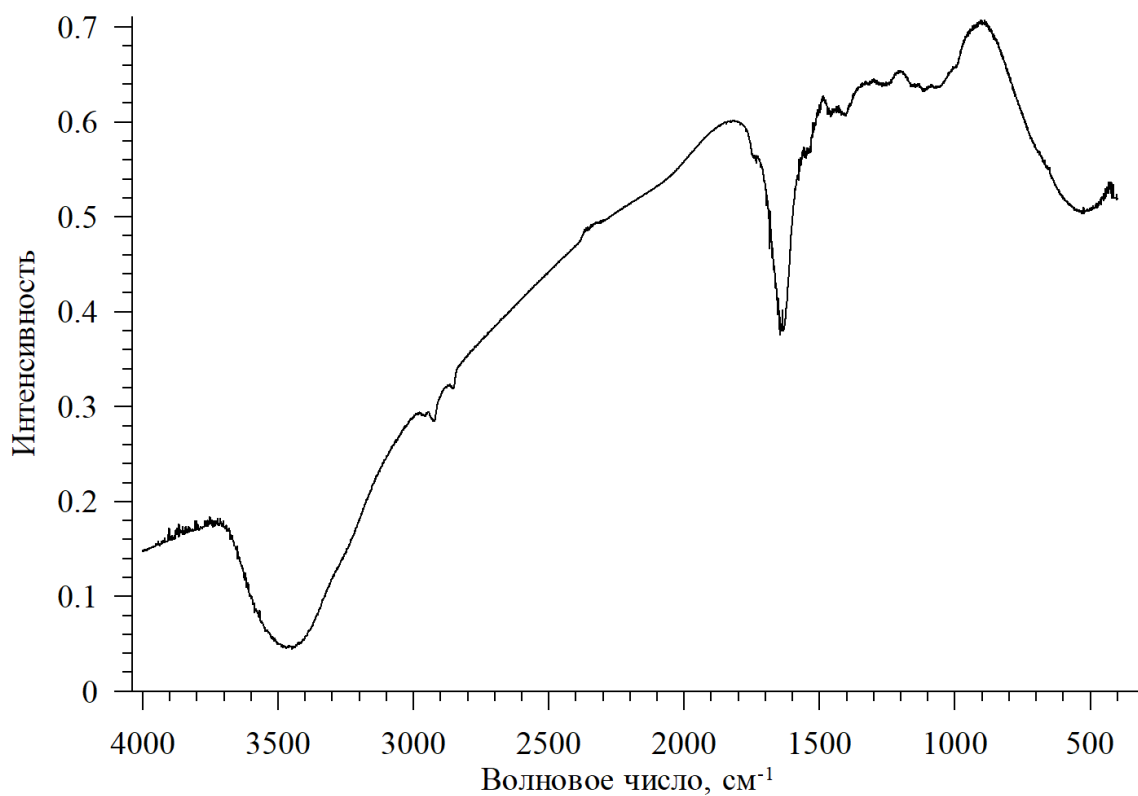


Рис. 1. ИК-спектр исходного жмыха

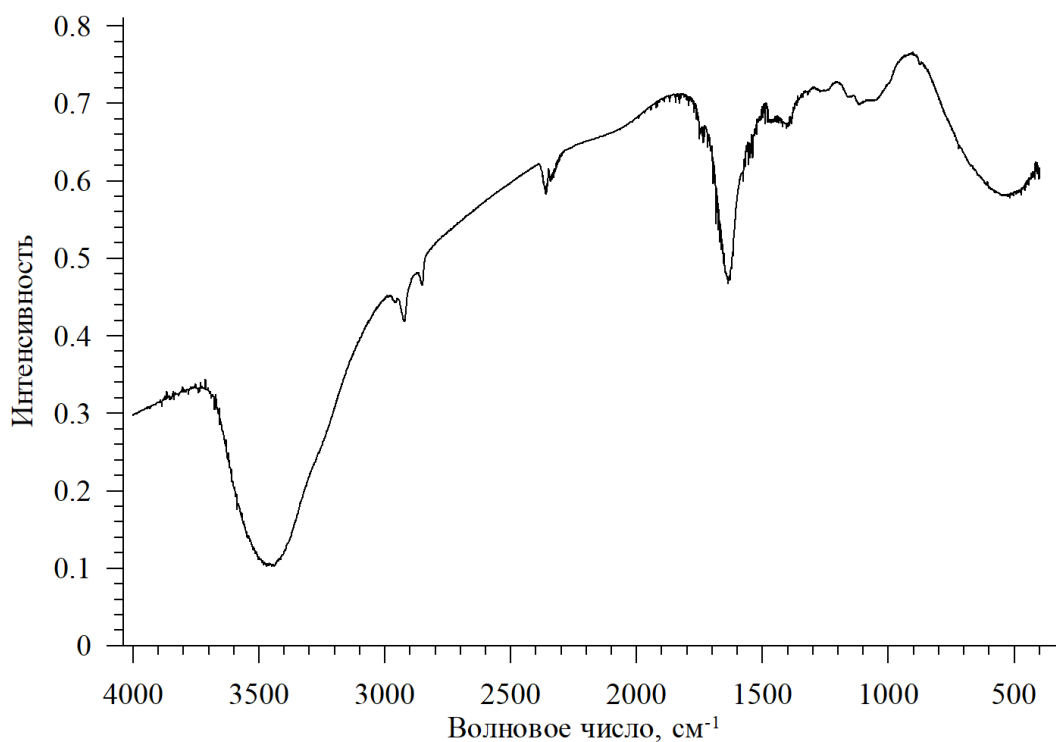


Рис. 2. ИК-спектр полученного экстракцией в этиловом спирте с ультразвуковой активацией шрота

Как видно из полученных данных, новые химические связи не образуются, поскольку на рисунке 2 отсутствуют какие-либо новые характеристические пики. Спектры обоих образцов практически

идентичны. Далее в процессе описания для пиков, представленных на рисунке 1 будет использоваться обозначение – «а», а для аналогичных пиков на рисунке 2 – «б». Также возможно некоторое смещение пи-

ковых значений, обусловленное большой шириной пика, разрешающей способностью прибора и микродинамикой процесса исследования образца.

Наиболее интенсивными являются пики гидроксильной группы на 3460 (а); 3450 (б) см^{-1} . Два пика 2923 (а, б); и 2851 (а, б) см^{-1} отражают валентные колебания $\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$, которые входят в состав большинства нутриентов. Пики 1636 (а, б) и 1536 (а, б) см^{-1} относятся к аминогруппам белков, входящих в состав данного растительного продукта. Пики 1458 (а, б) и 1400 (а); 1406 (б) см^{-1} могут принадлежать деформационным колебаниям группы атомов $\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$, которых в данном объекте исследований достаточно много. Группа не столь интенсивных пиков, как предыдущие, а именно 1247 (а); 1249 (б), 1159 (а, б), и 1115 (а); 1112 (б) см^{-1} может относиться к валентным колебаниям кислородного мостика, входящего в состав как углеводов, так и белковых нутриентов. Также в области колебаний пиков 1250 см^{-1} могут накладываться колебания валентные колебания $\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-C}_{\text{sp}^3}$ группы атомов. Пик при 2360 см^{-1} является следствием поглощения электромагнитных волн углекислым газом возду-

ха [4] и не относится к исследуемому веществу. Следовательно, ввиду того, что спектры практически идентичны, можно сделать вывод, что никакие дополнительные процессы образования химических связей при данном типе обработки и экстракции не происходят. Также можно отметить, что при получении шрота с использованием ультразвуковой обработки ИК-спектр продукта становится чище, а характеристические пики становятся более отчётливыми, что говорит о большей чистоте вещества, дающего отклик в инфракрасном диапазоне волн.

Таким образом, в ходе исследований было показано, что отделение масложировой составляющей подсолнечного жмыха с помощью её экстракции этиловым спиртом в условиях ультразвуковой активации исходного сырья не приводит к появлению новых химических связей в полученном продукте, а, следовательно, полученный шрот становится более привлекательным продуктом с точки зрения его товарных характеристик, ввиду удаления указанной фракции и концентрирования белковой составляющей, а критерии его пищевой безопасности при этом не меняются.

Библиографический список

1. Woerfel J.B. Extraction / Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. – 1995. – P. 65-92.
2. Кононенко Г.П., Устюжанина М.И., Буркин А.А. Проблема безопасного использования подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) для пищевых и кормовых целей / Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, №3. – С. 485-498.
3. Priporov I.E., Shepelev A.B. Optimization of the critical parameters of the grinder in sunflower meal preparation / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 868. – 012085.
4. Носенко Т.Н., Ситникова В.Е., Стрельникова И.Е., Фокина М.И. Практикум по колебательной спектроскопии: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 173 с.

**IR SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF PROTEIN-CONTAINING PRODUCTS
OBTAINED DURING THE PROCESSING OF SUNFLOWER SEEDS**

Yu.O. Velyaev, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

T.I. Gnilitzkaya, *Junior Research Fellow*

Sevastopol State University

(Russia, Sevastopol)

***Abstract.** The article presents the results of an IR spectrometric study of sunflower cake and obtained based on its treatment with concentrated ethyl alcohol under conditions of ultrasonic activation of meal. It is shown that characteristic peaks for carbohydrates and proteins are present on the spectra. This type of treatment does not lead to the appearance of any new chemical bonds, but only makes the existing ones more distinct. This means that no new, including oxidized or potentially dangerous oxidized or aromatic compounds are formed.*

***Keywords:** sunflower, cake, meal, extraction, IR spectroscopy.*