

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКОВЫХ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
В ПОДСОЛНЕЧНЫХ ДИСПЕРСИЯХ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ЖМЫХА**

Л.О. Шагинова, Л.А. Забодалова, М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, И.В. Крылова

*Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, Санкт-Петербург, Россия,
Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия*

Семена масличных культур, используемые для производства растительных масел, являются естественными источниками растительных белков, которые имеют большую кормовую и пищевую ценность. В качестве источника пищевого белка особый интерес представляет подсолнечник – одна из важнейших масличных культур мирового и отечественного земледелия. В структуре мирового производства масличных семян подсолнечник занимает третье место после сои и масличного рапса [1, 2].

В России подсолнечник традиционно занимает первое место среди выращиваемых масличных культур, хорошо соответствуя почвенно-климатическим условиям многих регионов нашей страны. В 2021 г. Россия опередила Украину и вышла на первое место в мире по производству подсолнечника с валовым сбором семян 15,5 млн тонн. Посевные площади в 2021 году достигли 9,7 млн га. Это рекордное значение за период с 1990 года [3]. По сравнению с другими культурами российские аграрии особенно ценят подсолнечник, потому что его производство имеет хорошую рентабельность, существует богатый опыт его возделывания, а продукты переработки востребованы на российском рынке и имеют высокий экспортный потенциал. Основные объемы семян подсолнечника поступают на маслодобывающие предприятия для выработки подсолнечного масла. Побочными продуктами производства подсолнечного масла являются подсолнечные жмыхи и шроты, которые в основном используются в кормах для сельскохозяйственных животных и птицы. В 2021 году объемы производства подсолнечных жмыхов и шротов в России составили 5818,0 тыс. тонн, суммарное содержание белка в которых составило порядка 2 млн тонн. Рациональное использование белковых ресурсов подсолнечника, потенциал которых для пищевой промышленности пока еще существенно недооценен, имеет особое значение для нашей страны [4].

Сегодня растет интерес к развитию технологий и созданию промышленных производств по глубокой переработке семян подсолнечника. Совершенствование существующих и разработка новых технологий промышленной переработки семян подсолнечника с получением пищевых белков и белковых продуктов с высокой добавленной стоимостью из побочных продуктов маслодобывания будет способствовать увеличению уровня комплексного использования сырья, открывая поле для инноваций при использовании белков подсолнечника непосредственно в продуктах питания человека. Одним из основных недостатков подсолнечных жмыхов и шротов, как сырья для производства пищевых белковых продуктов, является наличие в них фенольных соединений. Известно, что семена подсолнечника и продукты их переработки содержат целый комплекс фенольных соединений с преобладанием хлорогеновой кислоты [5,6]. В щелочной среде фенольные соединения окисляются, образуя хиноны. При нагревании, эти хиноны связываются с белком, образуя соединения от серой до темно-зеленой окраски. При этом снижаются функциональные и питательные свойства белков. Кроме того, это отрицательно сказывается на органолептическом восприятии получаемых пищевых продуктов, ограничивая их применение в продуктах массового спроса [7].

Для очистки подсолнечного белка от фенольных соединений применяют экстракцию различными растворителями. Наиболее эффективным экстрагентом фенольных соединений является водный раствор этанола [8]. При этом не стоит недооценивать потенциал фенольных соединений в качестве самостоятельной биологически активной добавки. Фенольные соединения препятствуют развитию сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, ожирения, обладают антиоксидантной и антибактериальной активностью. Целесообразно извлекать фенольные соединения в процессе переработки подсолнечных жмыхов и шротов для дальнейшего использования и выпускать продукты питания с контролируемым содержанием фенольных соединений [9].

Новым направлением использования белков подсолнечника может стать создание белковых напитков на их основе. В наше время существует тенденция отказа от животного молока в пользу альтернативных напитков. Потребители отказываются от традиционных молочных продуктов по соображениям здоровья, защиты окружающей среды и этики.

Рынок растительных напитков в последнее годы резко вырос в результате изменения предпочтений потребителей в пользу вегетарианской диеты. По данным Future Market Insights, за период с 2021 по 2031 год рынок растительных напитков может существенно вырасти с среднегодовым темпом роста 8,8 %, поскольку потребители все чаще отказываются от обычных молочных продуктов, выбирая альтернативы из растительных продуктов [10].

В данной работе исследовали возможности получения белковой дисперсии из подсолнечного жмыха холодного отжима, полученного из ядра семян подсолнечника после механического отделения лузги. Был изучен материальный баланс белковых и фенольных веществ в процессе получения белковой дисперсии.

Материалы и методы

В качестве исходного сырья использовались товарные семена подсолнечника. После механического удаления лузги было получено ядро семян. Масло из ядра семян подсолнечника отжимали на шнековом электрическом прессе Akita jr AKJP 700 при температуре не более 100⁰ С с получением подсолнечного жмыха холодного отжима. Содержание сырого протеина в ядре и продуктах переработки определяли методом Кьельдаля. Содержание сырого жира анализировали методом Сокслета. Химический состав ядра семян и жмыха представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав ядра и жмыха

Продукт	Массовая доля влаги и летучих веществ, %	Массовая доля сырого протеина, на а.с.в., %	Массовая доля сырого жира, на а.с.в., %
Ядро	4,98±0,02	21,79±0,36	58,17±0,32
Жмых	6,35±0,11	42,19±0,29	18,88±0,17

Для удаления фенольных соединений полученный образец подсолнечного жмыха обрабатывали водным раствором 70 %-ного этилового спирта с последующей промывкой осадка подкисленной водой [11]. Концентрирование спиртовых экстрактов проводили на ротаторном испарителе Heidolph Hei-VAP. Содержание фенольных соединений определяли модифицированным спектрофотометрическим методом с использованием реактива Фолина–Чокалтуэ и построением калибровочных кривых на модельных растворах галловой кислоты [12].

Экстракцию белковых веществ из обработанного жмыха проводили в щелочной среде содовым раствором, нерастворимый остаток отделяли от дисперсии центрифугированием.

Разработанная схема процесса получения белковой дисперсии из жмыха подсолнечника холодного отжима представлена на рисунке 1.

Результаты и обсуждение

Содержание сырого протеина и фенольных соединений в исходном сырье, а также в белковой дисперсии и побочных продуктах переработки представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав продуктов

Продукт	Массовая доля влаги и летучих веществ, %	Содержание сырого протеина, % в продукте	Содержание фенольных соединений, % в продукте
Ядро подсолнечника	4,98	19,14	2,23
Жмых	6,35	39,50	3,57
Спиртовой экстракт	99,77	Отс.	0,23
Промывные воды	98,48	0,28	0,11
Нерастворимый остаток	84,03	5,92	0,27
Дисперсия	95,46	3,37	0,12

Полученная белковая дисперсия имеет концентрацию белка – 3,37 % и содержит всего 0,12 % фенольных соединений, что соответствует рекомендуемым нормам потребления пищевых и биологически активных веществ [13]. Цвет полученной белковой дисперсии – кремовый, не меняющийся в процессе хранения (рис. 2).

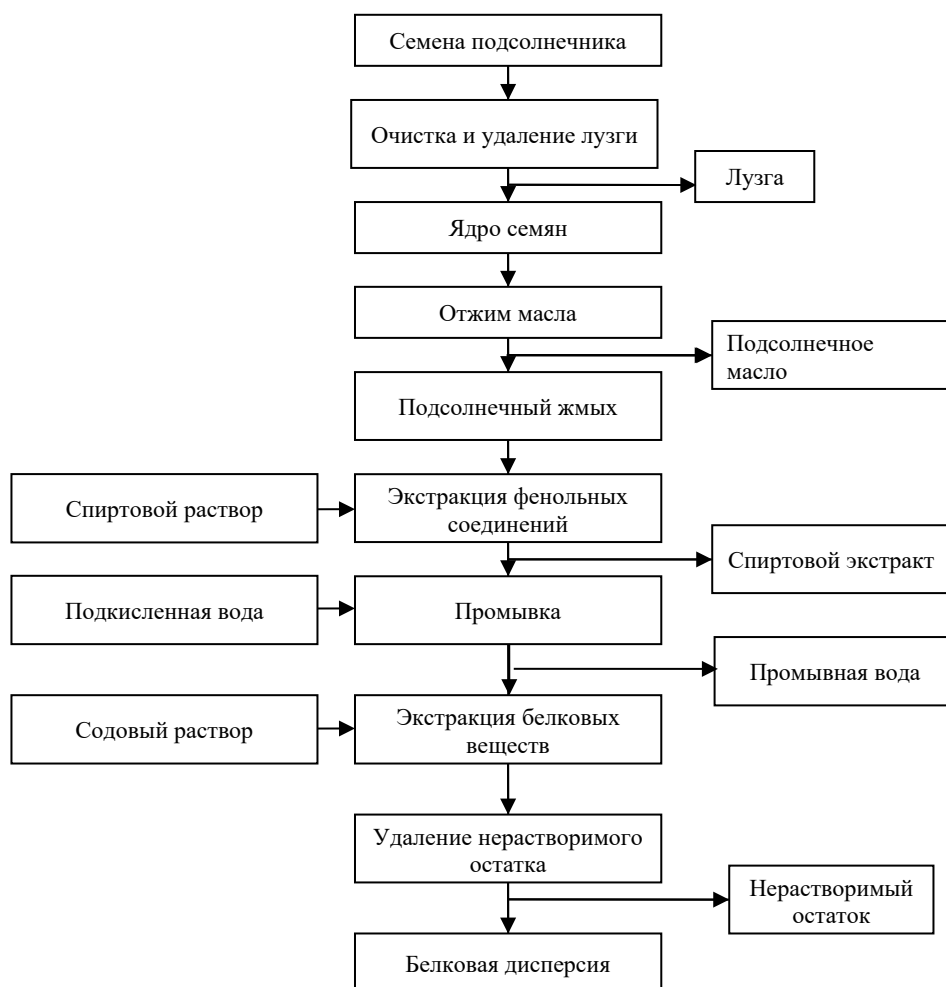


Рисунок 1 – Схема получения белковой дисперсии из семян подсолнечника



Рисунок 2 – Белковая дисперсия из подсолнечного жмыха

Был изучен материальный баланс белковых и фенольных веществ в процессе получения белковой дисперсии, представленный в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, основное количество протеина остается в нерастворимом остатке и переходит в белковую дисперсию. Фенольные соединения в основном перешли в спиртовой экстракт. В нерастворимом остатке, скорее всего, остались фенольные соединения, связанные с белками или углеводами. Нерастворимый остаток содержит 37 % сырого протеина на сухие вещества (с.в.), а содержание фенольных соединений – 1,7 % на с.в. намного ниже, чем в подсолнечном жмыхе (3,8 % на с.в.). Нерастворимый остаток может использоваться также, как и жмыхи подсолнечника, на кормовые цели и имеет хороший потенциал для использования в продуктах питания.

Спиртовой экстракт можно использовать как сырье для выделения фенольных соединений и получать БАДы и фармацевтические препараты на их основе.

Таблица 3 – Материальный баланс сухих веществ, белковых и фенольных соединений в сырье и в получаемых продуктах переработки *)

Продукт	Масса / Объем продукта	Количество сухих веществ, г	Количество протеина, г	Количество фенольных соединений, г
Жмых	100 г.	93,65	39,50	3,57
Спиртовой экстракт	790мл	1,56	–	1,53
Промывные воды	430мл	6,54	1,19	0,46
Нерастворимый остаток	415г	66,28	24,59	1,11
Дисперсия	375мл	17,03	12,65	0,42
Итого		91,41	38,43	3,52
Потери		2,24 (2,4 %)	1,07 (2,7 %)	0,05 (1,4 %)

*) Количество сухих веществ в содовом растворе не учитывали

Закключение

Таким образом предложенная схема переработки подсолнечного жмыха холодного отжима, включающая стадию спиртовой экстракции, обеспечивает существенное удаление фенольных соединений из подсолнечного жмыха и позволяет получить белковые дисперсии светлой окраски. Полученная белковая дисперсия содержит 4,54 % сухих веществ, 3,37 % белка и 0,12 % фенольных соединений. Она перспективна для использования в качестве основы в производстве функциональных напитков и растительных заменителей «молока».

Литература

1. Pilorgé E. Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives // OCL. 2020. P. 27–34.
2. Seiler G. Basic information. / Seiler G., Jan CC. // In: Hu JG, Seiler G, Kole C, eds. Genetics, genomics and breeding of sunflower. // CRC Press. 2010. P. 1–50.
3. Российский рынок семян подсолнечника и продуктов их переработки – ключевые тенденции и прогнозы. // АгроВестник. – URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/rossijskij-rynok-semyan-podsolnechnika-i-produktov-ikh-pererabotki-klyuchevye-tendentsii-i-prognozy> (дата обращения: 08.08.2022).
4. Доморощенкова М.Л. и др. Белковый потенциал семян подсолнечника. Исследования процессов получения пищевых белков из подсолнечного шрота // Вестник ВНИИЖ. 2020. № 1–2. С. 24–29.
5. Степура М.В. Влияние различных факторов на извлечение хлорогеновой и кофейной кислот из семян подсолнечника. / Степура М.В., Щербаков В.Г., Лобанов В.Г. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. № 1. 2006.
6. Weisz, G.M. Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC/DAD/ESI-MSn / Weisz G.M., Kammerer D.R., Carle R. // Food Chem. – 2009. Vol. 115. № 2. P. 758–765.
7. Щеколдина Т.В. Получение белкового изолята из подсолнечного шрота. / Щеколдина Т.В., Кудинов П.И., Бочкова Л.К., Чалова И.А. // Известия ВУЗов. Пищевая технология, № 1, 2008.
8. Karamac M. Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds / Karamac M., Kosinska A., Estrella I., Hernandez T., Duen M. // Eur Food Res Technol. 2012. № 235 P. 221–230.
9. Шаповалова И.Е. Обоснование получения хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота. / Шаповалова И.Е., Федякина З.П., Демидов И.Н., Матвеева Т.В. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. № 63. 2013.
10. Рынок растительного молока. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/plant-based-milk-market> (дата обращения: 05.08.2022).
11. Шагинова Л.О. Исследование процесса получения белкового препарата из семян подсолнечника для использования в пищевой промышленности. Новые технологии / Шагинова Л.О., Крылова И.В., Демьяненко Т.Ф., Доморощенкова М.Л. // New technologies. 2021. № 17(3) С. 41–50.
12. Sastry M.C. Effect of Heat Processing of Phenolic Constituents and Nutritional Quality of Sunflower Flours / Sastry M.C., Subramanian N. // JAOCS. 1985. Vol. 62. P. 1131–1133.
13. 2.3.1. Рациональное питание. рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации. МР 2.3.1.1915–04: / Изд. официальное. Москва, 2004. С. 28.