



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА ИЗ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Лилия О. Шагинова^{1*}, Ирина В. Крылова²,
Татьяна Ф. Демьяненко², Мария Л. Доморощенкова²

¹ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»
(Университет ИТМО), пр. Кронверкский, д. 49, литера А, г. Санкт-Петербург,
197101, Российская Федерация

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»;
ул. Черняховского, д. 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе исследовали процессы получения белковых препаратов из семян подсолнечника. В целях получения белка пищевого качества из предварительно обезжиренного цельного ядра подсолнечника дополнительно удаляли фенольные соединения. Были проанализированы современные российские и зарубежные источники литературы, посвященные выделению фенольных соединений из растительного белкового сырья. В ходе данной работы была решена задача получения светлого белкового препарата пищевого назначения из семян подсолнечника путем разработки многоступенчатой схемы экстракции и удаления различных групп небелковых соединений, включая стадии водно-спиртовой экстракции и удаления фенольных соединений. Были исследованы параметры процесса извлечения белковых веществ из обезжиренного подсолнечного ядра, освобожденного от фенольных соединений, предусматривающего последовательные стадии щелочной экстракции белковых и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), отделение нерастворимого остатка, изоэлектрическое осаждение белковых соединений из осветленного экстракта, нейтрализацию белковой суспензии. Сушка белковой суспензии проводилась на лабораторной распылительной установке Buchi Mini Spray Drier с температурой на входе в сушилку 180–190 °С, на выходе – до 90 °С. Получены белковые препараты светло-серой окраски с содержанием сырого протеина 75,72% и 87,15% на а.с.в., что соответствует содержанию сырого протеина в промышленно выпускаемых концентратах подсолнечного и соевого белка. Исследована растворимость белков и функциональные характеристики готового белкового препарата после распылительной сушки. Высокие жиродерживающие свойства и наличие жирозмульгирующих характеристик у полученного белкового препарата позволяют рекомендовать его для использования в качестве растительной белковой и функциональной добавки в пищевой промышленности.

Ключевые слова: семена подсолнечника, белковый препарат, фенольные соединения, водно-спиртовая экстракция, растворимость белков, функциональные свойства, распылительная сушка

Для цитирования: Исследование процесса получения белкового препарата из семян подсолнечника для использования в пищевой промышленности / Шагинова Л.О. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 3. С. 41–50. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-41-50>

STUDY OF A PROCESS OF OBTAINING OF PROTEIN PREPARATION FROM SUNFLOWER SEEDS FOR APPLICATION IN FOOD INDUSTRY

Liliia O. Shaginova¹*, Irina V. Krylova²,
Tatiana F. Demianenko², Maria L. Domoroshchenkova²

¹ITMO University,

49 letter A, Kronverkskiy Ave., St. Petersburg, 197101, the Russian Federation

²All-Russia Scientific Research Institute of Fats (ARSRIF)

10 Chernyakhovskogo str., St. Petersburg, 191119, the Russian Federation

Abstract. The article deals with a study of processing methods of obtaining protein preparations from sunflower seeds. For obtaining of food-grade protein preparations from the defatted sunflower kernels phenolic compounds were additionally removed. Modern Russian and foreign literature sources devoted to the isolation of phenolic compounds from vegetable protein raw materials were analyzed. The objective of obtaining a light-colored food-grade protein preparation from sunflower seeds was solved through developing of a multi-stage extraction process with removal of various groups of non-protein compounds, including the stage of aqueous ethanol extraction and removal of phenolic compounds. Parameters of different stages of obtaining of protein substances from defatted sunflower seed kernels after removal of phenolic compounds were studied. These stages included alkaline extraction of protein and nitrogen-free extractives (NFE), separation of the insoluble residue, isoelectric precipitation of protein compounds from the clarified extract, neutralization of the protein suspension. Drying of the protein suspension was carried out on a laboratory spray installation Buchi Mini Spray Dryer with a temperature at the entrance of the dryer 180–190 °C and at the exit – up to 90 °C. Protein preparations of light gray color were obtained with a crude protein content of 75,72% and 87,15% on dry matter basis, which corresponds to the crude protein content of commercial sunflower and soy protein concentrates. Solubility pattern of proteins and functional characteristics of finished protein preparations after spray drying have been analyzed. Based on the high fat-holding capacity and moderate fat-emulsifying properties of the obtained protein preparations it's possible to recommend the obtained sunflower protein preparation for usage as a vegetable protein enricher and functional additive in food industry.

Keywords: sunflower seed, protein preparation, phenolic compounds, aqueous ethanol extraction, protein solubility, functional properties, spray drying

For citation: Study of a process of obtaining of protein preparation from sunflower seeds for application in food industry / Shaginova L.O. [et al.] // New technologies. 2021. Vol. 17, No. 3. P. 41–50. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-41-50>

Подсолнечник является одной из основных масличных культур в мире наряду с соей и рапсом. Хотя в мировом масштабе самой распространенной

масличной культурой является соя, в России первое место среди масличных культур традиционно занимает подсолнечник [1]. Подсолнечник лучше всего

соответствует почвенно-климатическим условиям многих регионов нашей страны, а также имеется богатый опыт его возделывания. Так, в 2019 году урожай подсолнечника составил 12 400 тыс. тонн. При его переработке было получено 5 615 тыс. тонн жмыха и шрота, из которых экспорт составил 1 814 тыс. тонн [2].

Основные объемы выращиваемых семян подсолнечника в России приходятся на масличные сорта. После извлечения масла побочные продукты переработки семян – жмыхи и шроты – в основном используются в производстве кормов для животных. Также выращивают кондитерские сорта, которые продают как готовый продукт (семечки подсолнечные) либо добавляют в кондитерские изделия (халва, козинаки, некоторые виды выпечки). Такое использование белков семян подсолнечника не является рациональным. Подсолнечный шрот содержит много белка с ценным аминокислотным составом (за исключением лизина) [3]. Кормовая ценность подсолнечного шрота ограничена не только низким содержанием лизина, но и высоким содержанием клетчатки. Поэтому важно развивать технологии глубокой переработки семян подсолнечника с получением, наряду с маслом, белковых продуктов пищевого и кормового назначения и других хозяйственно ценных компонентов.

В исходных семенах подсолнечника содержится 16–19% белка на сухое вещество, но белковые продукты чаще получают из шрота, содержащего около 35–45% белка [4].

Известны способы получения из подсолнечника белковых концентратов и изолятов, когда функциональные свойства белковых изолятов подсолнечника были сопоставимы со свойствами соевых изолятов [5]. Так, подсолнечные изоляты белка обладали высокой водоудерживающей и жирудерживающей способностью. Функциональные свойства также зависят от параметров процесса получения белка.

Для получения белка из подсолнечного шрота применяют чаще всего экстракцию: водой, раствором солей, щелочей, кислот или органическими растворителями. После перехода белка в жидкую фазу его осаждают в изоэлектрической точке соляной кислотой [6]. Значение изоэлектрической точки определяется аминокислотным составом белков, в частности преобладанием аминных и карбоксильных групп в составе молекулы белка. Для белков растительного происхождения изоэлектрическая точка находится в диапазоне от 4,0 до 4,5 [4; 7].

Отдельно стоит упомянуть еще один способ получения белковых продуктов из подсолнечника – механическое фракционирование, которое применяется в промышленном производстве. Дополнительная технологическая обработка на основе помола и сухого фракционирования подсолнечного шрота позволяет повысить содержание сырого протеина и значительно уменьшить содержание сырой клетчатки в отдельных фракциях белковой муки и крупок [8]. Однако из-за наличия фенольных соединений, вызывающих потемнение полученных белковых продуктов при контакте с водой, их использование в пищевой промышленности существенно ограничено.

При получении белковых продуктов из подсолнечника основной задачей является удаление фенольных соединений. Семена подсолнечника и продукты их переработки содержат целый комплекс фенольных соединений: хлорогеновую, кофейную, изоферуловую кислоты. Содержание фенольных соединений в семенах подсолнечника в среднем около 2,5% [9]. Среди фенольных соединений подсолнечника до 73% составляет хлорогеновая кислота [10]. Количество хлорогеновой кислоты в семенах подсолнечника зависит от его сорта и условий выращивания и составляет от 0,58 до 4,5% [11]. При извлечении белка щелочными растворами фенольные соединения окисляются, образуя хиноны [10]. В дальнейшем, при

нагревании, эти хиноны связываются с белком, образуя соединения темно-зеленого и коричневого цвета. Кроме того, снижаются функциональные свойства таких белковых препаратов. Все это создает сложности для использования полученных продуктов в пищевой отрасли для массового потребления [12].

Специалистами УНИИ масел и жиров и НТУ «Харьковский политехнический институт» был разработан способ выделения хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота как побочного продукта при производстве белкового продукта методом спиртовой экстракции [13; 14]. Хлорогеновая кислота – ценный продукт, так как обладает физиологической активностью и является природным антиоксидантом [14].

Исходя из вышеперечисленных данных, создание новых технологий переработки подсолнечника – перспективное направление исследований. Такие технологии, направленные на получение белка, должны быть безотходными и давать продукт пищевого качества с низким содержанием фенольных соединений.

Для очистки подсолнечного белка от фенольных соединений применяют его промывку различными растворителями. Проблема заключается в том, что при недостаточной промывке фенольные соединения удаляются не полностью, кроме того, некоторые органические растворители вызывают денатурацию белка, снижая его биологическую ценность и функциональность, а также их сложно полностью удалить из готового продукта. Еще один недостаток таких растворов – расходование большого количества воды, что влечет за собой удорожание процесса [13].

При экстракции белка из подсолнечника в щелочной среде хлорогеновая кислота переходит в раствор вместе с белком. При этом она взаимодействует с белками и углеводами готового продукта, ухудшая их качество. Наиболее явным влиянием хлорогеновой кислоты является

потемнение продукта [15]. Поэтому целесообразно извлекать хлорогеновую кислоту и другие фенольные соединения из подсолнечника еще до получения белка.

Наиболее эффективным растворителем для хлорогеновой кислоты является водный раствор этанола [15]. Концентрация спирта варьирует от 50 до 96%, но при высоких концентрациях спирта начинает денатурировать белок [11]. Он выводит из шрота не только фенольные соединения, но и некоторые другие примеси. Недостаток этого процесса – денатурация белка при спиртовой экстракции. Однако уменьшить степень денатурации можно путем подбора температуры экстракции и концентрации водного раствора этанола [14].

Температура оптимального извлечения хлорогеновой кислоты составляет 20–70 °С. Изменение температуры в интервале 50–70 °С не дает большего выхода хлорогеновой кислоты. При снижении температуры до 20 °С замедляется процесс экстракции фенолов, а повышение температуры выше 70 °С вызывает значительную денатурацию белка [11]. В данной работе экстракцию вели при температуре 20 °С, так как главной задачей было сохранить качество белка, то есть избежать его тепловой денатурации.

После осаждения белковой пасты из нее получают порошкообразный концентрат. Все чаще для этого используют распылительную сушку. Этот способ обезвреживания широко применяется в пищевой промышленности для жидких и пастообразных веществ, в том числе молока и растительных экстрактов. При распылительной сушке продукт не перегревается, что позволяет сохранить его качество, также он не требует дополнительного измельчения и обладает, как правило, высокой растворимостью. Использование распылительной сушки требует тщательного подбора ее температурных параметров и контроля за ходом процесса [16]. Это важно, так как температурное воздействие во время сушки влияет

на растворимость полученного белка и функциональные свойства продукта.

При правильно подобранных параметрах процесса можно получить белок с высокими показателями качества и функциональными свойствами. В работе [5] было показано, что белок подсолнечника сохраняет большую часть своих свойств при температуре сушки 150–180 °С.

Целью работы стало получение из цельных семян подсолнечника белкового препарата светлой окраски с низким содержанием фенольных соединений и с содержанием сырого протеина выше 75%; подбор режимов распылительной сушки; изучение изменений растворимости основных белковых фракций и функциональных свойств готового продукта.

Материалы и методы

В качестве исходного сырья использовались семена подсолнечника по ГОСТ 22391-2015.

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 13979.1-68 «Жмыхи, шроты и

горичный порошок. Методы определения влаги и летучих веществ».

Массовую долю сырого протеина – по ГОСТ Р 51417-99 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Метод Кьельдаля».

Массовую долю сырого жира – по ГОСТ Р 53153-2008 «Жмыхи и шроты. Определение содержания сырого жира. Часть 1. Метод экстрагирования гексаном (или петролейным эфиром)».

Фракционный состав белка – «Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Том 2» под ред. В.П. Ржехина и А.Г. Сергеева, Ленинград, 1965 г.

Водоудерживающая способность – модифицированный метод Sosulski, Cereal Chem. 39/344(1962).

Жироэмульгирующая способность – модифицированный метод Swift, Lockert C., Food Technol. 15.468 (1961).

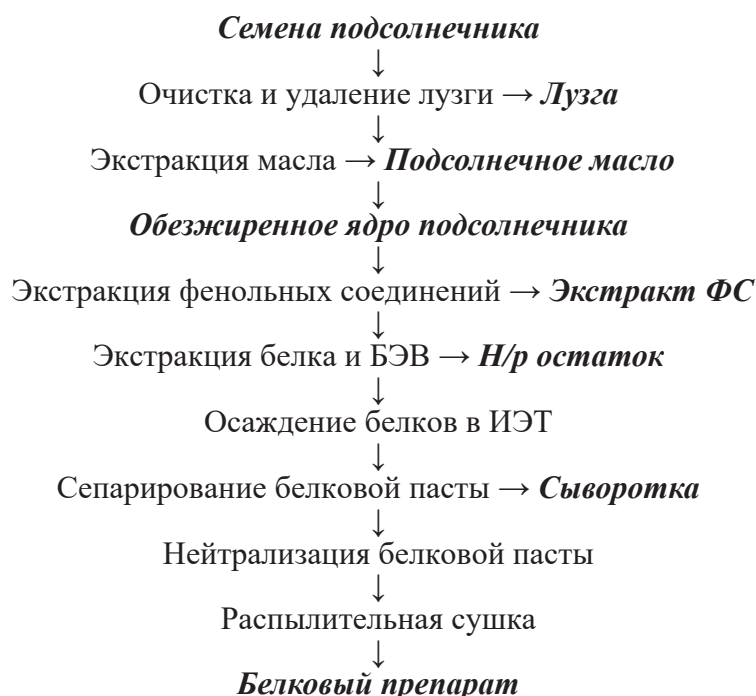


Рис. 1. Схема получения белкового препарата из семян подсолнечника

Fig. 1. Scheme of obtaining a protein preparation from sunflower seeds

Жиродерживающая способность – модифицированный метод Lin, Humbert, Sosulski, J. Food Sci. 39, 368–370 (1974).

Результаты и обсуждение

Основные стадии исследованного способа получения белкового препарата из семян подсолнечника показаны на рисунке 1.

Ядро семян подсолнечника отделяли от лузги, измельчали и обезжиривали в аппарате Сокслета методом исчерпывающей экстракции диэтиловым эфиром.

Для извлечения фенольных соединений из обезжиренного ядра подсолнечника использовали экстракцию водным раствором спирта. Обезжиренное ядро обрабатывали 80-процентным раствором этанола при комнатной температуре. Экстракцию проводили в течение 60 минут при перемешивании. После экстракции

смесь центрифугировали с отделением экстракта фенольных соединений.

Осадок еще раз промывали спиртовым раствором в течение 20 минут. Смесь также центрифугировали с последующим отделением надосадочной жидкости.

Из осадка экстрагировали белковые и безазотистые экстрактивные вещества 0,1% раствором NaOH. Экстракцию вели 45 минут, при температуре 55°C при pH 9 при постоянном перемешивании. Смесь центрифугировали и отделяли осадок, содержащий в основном нерастворимые полисахариды (углеводная паста).

К полученному белковому экстракту добавляли 10-процентный раствор HCl до достижения pH 4,5 – изоэлектрической точки подсолнечного белка. В этих условиях происходила коагуляция



Рис. 2. Сушка белкового препарата из семян подсолнечника

Fig. 2. Drying of a protein preparation from sunflower seeds

белка с образованием осадка, который затем отделяли центрифугированием. Для достижения более полного осаждения белка раствор охлаждали до температуры 4–6 °С.

Полученную белковую пасту нейтрализовали 5-процентным раствором NaOH и высушивали до порошкообразного состояния на лабораторной распылительной сушильной установке Buchi Mini Spray Dryer B-290. Экспериментально были подобраны температурные режимы сушки, позволяющие получить порошкообразный однородный продукт светло-серой окраски. При этом температура на входе сушилки составила 180–190 °С, на выходе – до 90 °С.

Таким образом в лабораторных условиях из семян подсолнечника были получены сухие порошкообразные белковые препараты светло-серого цвета, которые не темнели на воздухе и при контакте с водой (рис. 2). Белковые препараты не имели посторонних запахов и обладали нейтральным вкусом.

Характеристики полученных белковых препаратов (образец № 1 и образец № 2) приведены в табл.1 в сравнении с характеристиками промышленно выпускаемых соевых белков и подсолнечного концентрата «Протемил».

Содержание сырого протеина в полученных опытных образцах подсолнечных белковых препаратов составило 75,72% и 87,15% на а.с.в., что соответствует содержанию сырого протеина в промышленно выпускаемых концентратах подсолнечного и соевого белка.

По своим функциональным свойствам, таким как жиरोудерживающая способность, жирозэмульгирующая способность и стабильность эмульсии, полученные препараты приближаются к аналогичным характеристикам соевого и подсолнечного концентратов и превосходят такие же показатели у соевой муки. Образец № 2 с более высоким содержанием сырого протеина отличается лучшими функциональными свойствами по сравнению с образцом № 1. По показателю

Таблица 1

Химический состав и функциональные свойства белковых препаратов
из семян подсолнечника и сои

Table 1

Chemical composition and functional properties of protein preparations
from sunflower and soybean seeds

Характеристики	Образец 1	Образец 2	Концентрат соевых белков Юнико ХС	Соевая мука импортная (США)	Подсолнечный концентрат «Протемил»
Органо-лептические показатели	Светло-серый, без запаха	Светло-серый, без запаха	Светло-кремовый, без запаха	Светло-желтый слабый запах	Зеленый, слабый запах
Влажность, %	7,14	6,72	5,78	5,96	5,00
Сырой протеин, %, на а.с.в. *)	75,72	87,15	75,02	53,4	82,40
ВУС, %	160	215	383	318	250
ЖУС, %	100	122	130	81	110
ЖЭС, %	75	85	88	54	93
Стабильность эмульсии, %	57	76	86	57	87

*) а.с.в. – абсолютно сухое вещество

Таблица 2

Фракционный состав белкового препарата из семян подсолнечника

Table 2

Fractional composition of the protein preparation from sunflower seeds

Опыт	Фракционный состав белков, % на абсолютно сухое вещество			Нерастворимый остаток, % на абсолютно сухое вещество
	альбумины	глобулины	глютелины	
Образец 1	25,39	13,54	56,20	4,87
Образец 2	18,17	14,91	60,73	6,18

водоудерживающей способности все образцы подсолнечных препаратов уступают соевым белковым продуктам.

В полученных партиях белковых препаратов был исследован фракционный состав белков (таблица 2). В отличие от фракционного состава белков семян подсолнечника, для которого характерно преобладание глобулиновой и альбуминовой фракций [17], основные белковые фракции полученного препарата представляют щелочерастворимые белки – глютелины, что связано с особенностями предложенной технологии извлечения белков в щелочной среде. Высокая суммарная растворимость

белков и маленькая концентрация нерастворимого остатка свидетельствуют о правильно подобранных режимах сушки белка.

Таким образом, в результате проведенных исследований были подобраны режимы переработки семян подсолнечника и получен белковый препарат светло-серой окраски с высоким содержанием белка (до 87,15% сырого протеина). Функционально-технологические свойства полученного белкового препарата позволяют рекомендовать его для использования в качестве растительной белковой и функциональной добавки в пищевой промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рынок семян подсолнечника, подсолнечного масла и шрота – тенденции и прогнозы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/rynok-semyan-podsolnechnika-podsolnechnogo-masla-i-shrota-tendentsii-i-prognozy.html>, свободный.
2. Щеколдина Т.В. Технологии получения белоксодержащего сырья из продуктов переработки семян подсолнечника // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 109.
3. Пищевые и биологически активные добавки из вторичных ресурсов / Корнен Н.Н. [и др.] // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 121.
4. Production of soluble enzymatic protein hydrolysate from industrially defatted nondehulled sunflower meal / Bautista J. [et al.] // J. Agric. Food Chem. 1991. Vol. 39, № 3. P. 447–450.
5. Ren J., Sun X.H., Lin G.P. Isolation and Characterization of Sunflower Protein Isolates and Sunflower Globulins // AISC. 2012. № 134.
6. Характеристика и методы выделения белковой фракции семян основных масличных культур (обзор) / Поморова Ю.Ю. [и др.] // Масличные культуры. 2019. Вып. 4.
7. Production of an extensive sunflower protein hydrolysate by sequential hydrolysis with endo- and exo-proteases. // Grasas y Aceites. 1999. T. 50. C. 472–476.
8. Доморощенкова М.Л., Крылова И.В., Кандроков Р.Х. Исследование продуктов переработки подсолнечного шрота и жмыха, полученных механическим способом // Вестник ВНИИЖ. 2020. № 1–2. С. 30–36.

9. Степура М.В., Щербakov В.Г., Лобанов В.Г. Влияние различных факторов на извлечение хлорогеновой и кофейной кислот из семян подсолнечника // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2006. № 1.
10. Weisz G.M., Kammerer D.R., Carle R. Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC/DAD/ESI-MSn // Food Chem. 2009. Vol. 115, № 2. P. 758–765.
11. Распылительная сушилка / Алексанян И.Ю. [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК. 2015. № 1.
12. Получение белкового изолята из подсолнечного шрота / Щеколдина Т.В. [и др.] // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2008. № 1.
13. Шаповалова И.Е., Федякина З.П. Хлорогеновая кислота – антиоксидантный потенциал семян подсолнечника // Современные проблемы науки, производства и образования. 2013.
14. Обоснование получения хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота / Шаповалова И.Е. [и др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. № 63.
15. Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds / Karamac M. [et al.] // Eur Food Res Technol. 2012. No. 235. P. 221–230.
16. Sunflower Protein Concentrates and Isolates Prepared from Oil Cakes Have High Water Solubility and Antioxidant Capacity / Salgado P.R. [et al.] // JAOCS. 2011. № 886.
17. Исследование фракционного состава белков и жирнокислотного состава масла семян подсолнечника / Доморощенкова М.Л. [и др.] // Вестник ВНИИЖ. 2019. № 1–2. С. 62–69.

REFERENCES:

1. Market of sunflower seeds, sunflower oil and meal - trends and forecasts [Electronic resource]. Access mode: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/rynok-semyan-podsolnechnika-podsolnechnogo-masla-i-shrota-tendentsii-i-prognozy.html>, free. (In Russian)
2. Shchekoldina T.V. Technologies for obtaining protein-containing raw materials from products of processing of sunflower seeds // Scientific journal KubSAU. 2015. No. 109. (In Russian)
3. Food and biologically active additives from secondary resources / Kornen N.N. [et al.] // Scientific journal of the KubSAU. 2016. No. 121. (In Russian)
4. Production of soluble enzymatic protein hydrolysate from industrially defatted nondehulled sunflower meal / Bautista J. [et al.] // J. Agric. Food Chem. 1991. Vol. 39, No. 3. P. 447–450.
5. Ren J., Sun X.H., Lin G.P. Isolation and Characterization of Sunflower Protein Isolates and Sunflower Globulins // AISC. 2012. No. 134.
6. Characteristics and methods of isolation of the protein fraction of the seeds of major oil crops (review) / Pomorova Yu.Yu. [and others] // Oilseeds. 2019. Issue. 4. (In Russian)
7. Production of an extensive sunflower protein hydrolysate by sequential hydrolysis with endo- and exo-proteases. // Grasas y Aceites. 1999. V. 50. P. 472–476.
8. Domoroshchenkova M.L., Krylova I.V., Kandrov R.Kh. Investigation of processed products of sunflower meal and oil cake obtained by a mechanical method // Bulletin of VNIIZh. 2020. No. 1–2. P. 30–36. (In Russian)
9. Stepuro M.V., Shcherbakov V.G., Lobanov V.G. The influence of various factors on the extraction of chlorogenic and caffeic acids from sunflower seeds // Izvestiya VUZov. Food technology. 2006. No. 1. (In Russian)
10. Weisz G.M., Kammerer D.R., Carle R. Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC/DAD / ESI-MSn // Food Chem. 2009. Vol. 115, No. 2. P. 758–765.
11. Spray dryer / Aleksanyan I.Yu. [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex. 2015. No. 1. (In Russian)

12. Obtaining protein isolate from sunflower meal / Shchekoldina T.V. [et al.] // Izvestiya VUZov. Food technology. 2008. No. 1. (In Russian)
13. Shapovalova I.E., Fedyakina Z.P. Chlorogenic acid – antioxidant potential of sunflower seeds // Modern problems of science, production and education. 2013. (In Russian)
14. Substantiation of obtaining chlorogenic acid from sunflower meal / Shapovalova I.E. [et al.] // Eastern European Journal of Advanced Technologies. 2013. No. 63. (In Russian)
15. Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds / Karamac M. [et al.] // Eur Food Res Technol. 2012. No. 235. P. 221–230. (In Russian)
16. Sunflower Protein Concentrates and Isolates Prepared from Oil Cakes Have High Water Solubility and Antioxidant Capacity. / Salgado P.R. [et al.] // JAOCS. 2011. No. 88b. (In Russian)
17. Investigation of the fractional composition of proteins and fatty acid composition of sunflower seed oil / Domoroshchenkova M.L. [et al.] // Bulletin of VNIIZh. 2019. No. 1–2. P. 62–69. (In Russian)

Информация об авторах / Information about the authors

Лилия Олеговна Шагинова, магистр 2 года обучения ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» (Университет ИТМО)

pumarj@mail.ru

тел.: 8 (911) 181 58 49

Ирина Владимировна Крылова, младший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»

irinakrylova1987@gmail.com

Татьяна Федоровна Демьяненко, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров», кандидат технических наук

tandem.50@list.ru

Мария Львовна Доморошченкова, заведующая отделом производства пищевых растительных белков и биотехнологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров», кандидат технических наук, доцент

mdomor@mail.ru

Liliia O. Shaginova, a 2st year Master student of ITMO University

pumarj@mail.ru

tel.: 8 (911) 181 58 49

Irina V. Krylova, junior researcher of All-Russia Scientific Research Institute of Fats (ARSRIF)

irinakrylova1987@gmail.com

Tatiana F. Demianenko, leading researcher of All-Russia Scientific Research Institute of Fats (ARSRIF), Candidate of Technical Sciences

tandem.50@list.ru

Maria L. Domoroshchenkova, Head of Department of Vegetable Proteins & Biotechnology, All-Russia Scientific Research Institute of Fats (ARSRIF), Candidate of Technical Sciences, associate professor

mdomor@mail.ru

Поступила 31.03.2021

Received 31.03.2021

Принята в печать 22.04.2021

Accepted 22.04.2021