






Подсолнечник и использование его в безотходной технологии переработки с целью производства продуктов лечебно-профилактического и детского питания

Лилия В.Гапонова	¹	lilia.gaponova@yandex.ru	 0000-0001-5268-7893
Вера А.Гаврилова	²	v.gavrilova@vir.nw.ru	 0000-0002-8110-9168
Татьяна Ф. Демьяненко	¹	tandem.50@list.ru	 0000-0002-4220-7224
Татьяна А. Полежаева	¹	polezhaevata@yandex.ru	 0000-0002-4102-1655
Галина А.Матвеева	¹	galinamatveeva57@mail.ru	 0000-0002-6734-9974






¹ Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, ул. Черныховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Россия

² Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42, 44, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

Аннотация. Белки подсолнечника, благодаря их высокой пищевой и биологической ценности и широкому распространению в Российской Федерации, являются перспективным сырьем для производства белковых форм продуктов для использования в лечебно-профилактическом и детском питании. В связи с этим при выборе сортов подсолнечника к ним выдвигаются особые требования: достаточно высокое содержание белка и высокая доля ядра в семенах, сбалансированный аминокислотный состав, соответствие показателей безопасности нормативам технических регламентов. Во ВНИИЖиров проводятся многолетние исследования по разработке технологии белкового концентрата и изолята семян подсолнечника. Совместно с ВИР осуществляются исследования по подбору сортов подсолнечника, позволяющих получить белковые продукты с оптимальными свойствами. Изучены функциональные свойства, нутриентный состав и физико-химические показатели белкового концентрата подсолнечника. Показано, что белок подсолнечника не уступает по своим свойствам и биологической ценности концентратам соевого белка, представленным на российском рынке, и может быть рекомендован в качестве белкового обогатителя и функциональной добавки в продуктах лечебно-профилактического и детского питания.

Ключевые слова: подсолнечник, семена, лечебно-профилактическое питание, детское питание, подбор сортов, белковый концентрат, биологическая ценность, функциональные свойства

Sunflower and its use in waste-free processing technology for the production of therapeutic preventive and baby nutrition

Lilia V. Gaponova	¹	lilia.gaponova@yandex.ru	 0000-0001-5268-7893
Vera A. Gavrilova	²	v.gavrilova@vir.nw.ru	 0000-0002-8110-9168
Tatiana.F. Dem'ianenko	¹	tandem.50@list.ru	 0000-0002-4220-7224
Tatiana A. Polezhaeva	¹	polezhaevata@yandex.ru	 0000-0002-4102-1655
Galina A. Matveeva	¹	galinamatveeva57@mail.ru	 0000-0002-6734-9974

¹ All-Russian Research Institute of Fats, Chernyakhovsky str., 10, St. Petersburg, 191119, Russia

² All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov, Bolshaya Morskaya str., 42, 44, Saint Petersburg, 190000, Russia

Abstract. Sunflower proteins, due to their high nutritional and biological value and wide distribution in the Russian Federation, are promising raw material for the production of food protein products for use in therapeutic and preventive and infant nutrition. In this regard, when choosing sunflower varieties, special requirements are put forward to them: a sufficiently high protein content and a high proportion of the kernel in the seeds, a balanced amino acid composition, compliance of safety indicators with the standards of technical regulations. VNIIFATs conducts long-term research on the development of technology for protein concentrate and sunflower seed isolate. In cooperation with VIR, scientific work devoted to the selection of sunflower varieties that allow to obtain protein products with optimal properties is carried out. Functional properties, nutrient composition and physico-chemical parameters of sunflower protein concentrate have been studied. It is shown that sunflower protein is not inferior in its properties and biological value to soy protein concentrates presented on the Russian market. Therefore, it can be recommended as a protein and functional additive in therapeutic preventive and baby food products.

Keywords: sunflower, seeds, therapeutic and preventive nutrition, baby food, selection of varieties, protein concentrate, biological value, functional properties

Для цитирования

Гапонова Л.В., Гаврилова В.А., Демьяненко Т.Ф., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А. Подсолнечник и использование его в безотходной технологии переработки с целью производства продуктов лечебно-профилактического и детского питания // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 4. С. 181–189. doi:10.20914/2310-1202-2021-4-181-189

For citation

Gaponova L.V., Gavrilova V.A., Demyanenko T.F., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A. Sunflower and its use in waste-free processing technology for the production of therapeutic preventive and baby nutrition. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 4. pp. 181–189. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-4-181-189

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Задача обеспечения населения высококачественными белками является самой актуальной в нынешнем тысячелетии. Дефицит белка у населения России составляет приблизительно 25%. Ликвидировать его можно за счёт увеличения потребления как животного, так и растительного белка. Соевый белок традиционно занимает первое место среди белков растительного происхождения, при этом он представлен на рынке в большом ассортименте – от соевой муки и текстурированных продуктов до продуктов глубокой переработки, изолятов и концентратов [1].

В качестве альтернативы соевому белку в России можно использовать белок подсолнечника, поскольку эта культура занимает особое место в российском агропромышленном комплексе. Белки семян подсолнечника имеют высокую пищевую ценность [2]. Присутствующие в семенах подсолнечника фенольные соединения (о-дифенолы – продукты изменения коричной кислоты) могут при окислении превращаться в хиноны под воздействием кислорода воздуха. Среди этих веществ наибольшее значение имеют хлорогеновая и кофейная кислоты [3–5]. Эти соединения важны для физиологии растений, защищая их от воздействия неблагоприятных факторов, а также полезны для профилактики ряда заболеваний человека благодаря выраженным антиоксидантным свойствам. В то же время присутствие данных кислот в семенах подсолнечника усложняет ведение технологического процесса извлечения белков. В связи с этим актуальными являются исследования по селекции сортов подсолнечника со сниженным содержанием фенольных соединений и повышенным содержанием белка, предназначенных для производства белковых концентратов высокого качества [6, 19]. При этом требуется тщательное изучение физико-химических и биохимических характеристик высокоурожайных сортов подсолнечника, выведенных в последние десятилетия российскими селекционерами, а также оценка влияния ряда факторов (особенности сорта подсолнечника, погодные условия, период вегетации, срок хранения семян и другие) на основные показатели и биохимический состав семян [3]. Так установлено, что увеличение густоты стояния растений крупноплодных сортов с 20 тыс. растений на гектар до 50 тыс. приводит к снижению крупносемянной фракции семян в среднем на 60–65%, масса 1000 семян снижается на 15,5%, урожайность ядер – на 58,7% [7, 8]. Особенности сорта и внешние условия влияют также на содержание в семенах хлорогеновой кислоты, составляющей 43–73% от суммы фенольных соединений [9, 20].

В последние десятилетия проводятся многочисленные исследования по совершенствованию технологии получения пищевого шрота и белковых форм подсолнечника. Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров разработал технологию получения пищевого шрота из ядра семян подсолнечника, особенностью которой является прессование ядра методом плющения и последующая экстракция этанолом.

ООО «Спецэлеватормеламаш» предлагает внедрять технологию получения белкового концентрата подсолнечника, включающую калибровку семян по размерам, обрушивание крупных семян, холодное прессование при температуре не выше 50 °С с получением белого лепестка и масла первого отжима, и экстракцию лепестка с получением белкового концентрата. В лаборатории Кубанского государственного технического университета предложен инновационный способ экструдирования ядра подсолнечника с целью подготовки его к экстракции биоэтанолом [10].

Во ВНИИМК (Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта) изучен белковый комплекс семян новых сортов подсолнечника: СУР, Фаворит, Лакомка, Бородинский, Мастер, Круиз, выращенного в 2002 году на опытных полях института. Результаты исследований свидетельствуют, что наибольшее количество общего азота обнаружено в семенах сорта Круиз, наименьшее – в семенах сорта СУР. Особый интерес при изучении белкового комплекса представляет соотношение альбуминов, глобулинов и глютелинов. Основная часть белка в исследуемых сортах представлена глобулинами и глютелинами, количество альбуминов незначительно [11].

В Кубанском государственном аграрном университете имени И.Т. Трубилина рассмотрена возможность улучшения процесса выделения белковых фракций из семян масличных культур путем совершенствования параметров работы установки РФ-1. Это достигается за счёт использования безреагентного «сухого» концентрирования белков семян подсолнечника и продуктов их переработки, а также получение на их основе пищевых белковых продуктов с повышенной биологической ценностью. Для совершенствования процесса разработана механизированная установка РФ-1, разделяющая массу перемолотых очищенных семян по содержанию белка на фракции [12].

Проведены исследования по изучению влияния способа подготовки семян подсолнечника на извлечение масла из семян с целью получения шрота, содержащего не более 1 % растительных жиров. Для увеличения выхода

масла с единицы сырья экстракции подвергали дробленные нешелушенные семена. При экстракции масла гексаном выход масла достигает 600 кг на 1 т сырья и позволяет обеспечить практически полное извлечение жиров из масличного сырья [13, 14].

Изучено влияние активной кислотности и внесения NaCl на повышение общей экстрагируемости белка. Оптимальными критериями были выход экстрагируемого белка (общие белки, гелиантинин и альбумины), повышение концентрации хлорогеновой кислоты, ковалентно связанной с белками, и снижение концентрация свободной хлорогеновой кислоты в водном экстракте. Показано, что оптимальными условиями экстракции являются значения pH 7,3 при концентрации NaCl 0,3 моль/л, при которых достигается максимальный выход общего белка, альбумина и хлорогеновых кислот, ковалентно связанных с гелиантинином и альбуминами, и минимальная концентрация свободной хлорогеновой кислоты. Изолят белка подсолнечника, полученный в данных условиях обладал хорошей растворимостью (40-80% при pH 5-8), необходимыми функциональными свойствами (пенообразование и эмульгирование) и удовлетворительным цветом [15].

Во ВНИИЖиров проводятся многолетние исследования по разработке технологии получения белков из подсолнечного шрота. Изучен количественный баланс и качественные характеристики продуктов фракционирования промышленных образцов подсолнечного шрота и жмыха, полученных механическим способом по разработанной технологической схеме, по показателям содержания сухих веществ, протеина и клетчатки. В лабораторных условиях выработан концентрат подсолнечного белка с содержанием протеина 81,7% на абсолютно сухое вещество и проведено исследование его функциональных характеристик в сравнении с промышленными образцами подсолнечных и соевых белковых продуктов. Полученные образцы подсолнечных белков уступают по функциональным свойствам соевым белкам [16–18].

Материалы и методы

Водоудерживающая способность определялась по модифицированному методу Sosulski, *Cereal Chem.* 39, 344 (1962).

Жироудерживающая способность определялась по модифицированному методу Liv. Humbert, *Sosulski, J. Food Sci.* 39, 368–370 (1974)

Жироэмульгирующая способность определялась по модифицированному методу Swift, *Lockert C., J. Food Technol.* 15.468 (1961).

Аминокислотный состав определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Витаминный состав определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и флуориметрическим методом.

Минеральный состав определяли по стандартным методикам.

Массовая доля влаги по ГОСТ 15113.4.

Массовая доля белка по ГОСТ Р ИСО 16634–1.

Фракционный состав белка (массовая доля водорастворимых, солерастворимых и щёлочерастворимых протеинов) определяли по методам ВНИИЖиров.

Результаты и обсуждение

В настоящее время во ВНИИЖиров совместно с ВИР проводятся исследования по подбору сортов подсолнечника, применяемого в качестве сырья для производства ядра семян, высококачественного шрота и белкового изолята подсолнечника, которые, в свою очередь, служат сырьём в рецептурах и технологиях продуктов лечебно-профилактического и детского питания. К семенам подсолнечника данного назначения предъявляются особые требования, среди которых, в первую очередь, следует отметить следующие: достаточно высокое содержание белка на уровне 28–30% в пересчёте на абсолютно сухое вещество (а.с.в.); повышенная биологическая ценность, в т. ч. сбалансированный жирнокислотный и аминокислотный состав; соответствие показателей безопасности нормативам технических регламентов.

В таблице 1 приводятся основные характеристики исследуемых семян (весовые показатели приведены на 1000 семян), а в таблице 2 – основные физико-химические показатели. Передовик-сорт масличного направления использования, в данной работе является стандартом.

Из данных таблицы 1 видно, что максимальный показатель вес 1000 семян выявлен для сортов (в порядке убывания) Баяны, торговая смесь «Пятёрочка», Гамбит, Аналогичный минимальный показатель (88–97г) – у сортов Передовик и Баловень. Максимальная доля веса ядра – у стародавнего сорта народной селекции Пузанок (89%) и Передовик (77%). Средние значения этого показателя (67–69%) характерны для сортов Мартин Классик, Баловень, торговая смесь «Пятёрочка» и Баяны. Минимальное содержание ядра (46–53%) – у сорта Гамбит и у сорта Кондитерский (СПК плюс).

Таблица 1.
Характеристики семян подсолнечника (на 1000 семян) из коллекции ВИР и торговой смеси
(магазин «Пятёрочка»)

Table 1.
Characteristics of sunflower seeds (per 1000 seeds) from the VIR collection and commercial mix
(Pyaterochka store)

Название Name of the variety	Происхождение Origin of the variety	Год сбора семян Year of seed harvest	Место репродукции Place of cultivation	Вес семян, г Seed weight, g	Вес лузги, г Husk weight, g	Доля лузги, % Husk percentage, %	Вес ядра, г Core weight, g	Доля ядра к массе семян, % Seed kernel percentage, %
Пузанок Puzanok	Краснодарский край Krasnodar Krai	2017	г. Геленджик	128,4	41,8	10,6	86,6	89,4
Передовик Peredovik	ВНИИМК VNIIMK	2016	КОС ВИР KOS VIR	88,8	20,1	22,6	68,1	77,4
Кондитер Konditer	ВНИИМК VNIIMK	2019	ВНИИМК VNIIMK	136,7	40,2	29,4	96,3	70,6
Мартин Классик Martin Klassik	Краснодарский край Krasnodar Krai	2018	Краснодарский край Krasnodar Krai	142,2	43,9	30,9	98,1	69,1
Баловень Baloven	Сибирская опытная станция Siberian Experimental Station	2013	Сибирская опытная станция Siberian Experimental Station	96,6	30,7	31,8	62,9	68,2
Гамбит Gambit	Краснодарский край Krasnodar Krai	2018	Краснодарский край Krasnodar Krai	144,9	68,8	47,5	72,3	52,5
Баяны Bayany	Краснодарский край Krasnodar Krai	2017	г. Геленджик Gelendzhik	163,9	54,1	33,0	109,2	67,0
Кондитерский (СПК плюс) Konditerskij (SPK plus)	ВНИИМК VNIIMK	2019	ВНИИМК VNIIMK	137,9	74,1	53,7	63,8	46,3
Смесь торговая Commercial mix	Магазин Пятёрочка Pyaterochka store	2021	—	163,0	52,8	32,4	110,2	67,6

Таблица 2.
Физико-химические показатели семян подсолнечника из коллекции ВИР и торговой смеси
(магазин «Пятёрочка»)

Table 2.
Physico-chemical characteristics of sunflower seeds from the VIR collection and commercial mix
(Pyaterochka store)

Название Name	Массовая доля влаги, % Humidity, %	Массовая доля сырого протеина на а.с.в. % Protein content per dry substance, %	Массовая доля жира на а.с.в., % Oil content per dry substance, %
Пузанок Puzanok	4,19	28,67	55,24
Передовик Peredovik	4,05	28,98	54,89
Кондитер Konditer	3,77	25,29	55,09
Мартин Классик Martin Klassik	4,06	29,22	54,10
Баловень Baloven	3,37	27,05	60,71
Гамбит Gambit	4,03	27,13	50,24
Баяны Bayany	4,13	27,88	53,84
Кондитерский (СПК плюс) Konditer-skij (SPK plus)	4,37	30,91	52,75
Смесь торговая Commercial mix	4,36	27,65	51,30

Анализ данных исследований физико-химических показателей (таблицу 2) показывает, что все образцы семян, кроме сорта «Кондитер», содержат не менее 27% белка на абсолютно сухое вещество (а.с.в.). Самое высокое содержание белка (около 29–31%) выявлено у семян следующих сортов (в порядке убывания): Кондитерский (СПК плюс), Мартин Классик, Пузанок и Передовик. Минимальное содержание белка (около 27%) у сортов Баловень и Гамбит. Самая высокая масличность (массовая доля жира на а.с.в.) (около 55–60%) характерна для сортов (в порядке убывания): Баловень, Пузанок, Кондитер. Самая низкая масличность (50%) – у сорта Гамбит.

С учётом массовой доли ядра, показателя массы 1000 семян и содержания белка в семенах подсолнечника приоритет при выборе сырья для производства белковых форм продуктов для лечебно-профилактического и детского питания следует отдать следующим сортам из коллекции ВИР: Мартин Классик, Пузанок и Кондитерский (СПК плюс). Возможно также использование сорта «Передовик», хотя при высоком содержании ядра и белка у этого сорта низкие значения показателя массы 1000 семян (88,8 г).

Были выработаны опытные партии подсолнечного шрота и концентрата подсолнечного белка из семян отобранных сортов и проведены

исследования ряда показателей данных продуктов: аминокислотный, минеральный и витаминный состав, фракционный состав и функциональные свойства белкового подсолнечного концентрата.

В таблице 3 приведены сравнительные данные по аминокислотному составу выработанного белкового подсолнечного концентрата, семян подсолнечника (производственная смесь), шрота подсолнечника и эталона согласно шкале ФАО ВОЗ.

Анализ данных таблицы 3 показывает, что лимитирующими аминокислотами в семенах подсолнечника, шроте и концентрате являются лизин, валин, треонин, лейцин и серосодержащие

(метионин + цистин). Для белкового концентрата подсолнечника аминокислотный скор незаменимых аминокислот в порядке возрастания составил 37% для лизина, 70% – для валина и треонина, 74% – для лейцина, 91% – для суммы метионин + цистин.

Результаты анализа аминокислотного состава семян крупноплодных сортов подсолнечника, полученные в наших исследованиях, сравнимы с данными сотрудников ВНИИМК [21].

В таблице 4 приведены данные исследований витаминного и минерального состава семян подсолнечника, шрота и белкового концентрата подсолнечника.

Таблица 3.

Сравнительный аминокислотный состав семян подсолнечника, шрота и белкового концентрата подсолнечника

Table 3.

Comparative amino acid composition of sunflower seeds, meal and sunflower protein concentrate

Аминокислота Amino acid	Содержание, г/100 г. Белка Content, g/100 g protein			
	Семена Seeds	Шрот Sunflower meal	Белковый концентрат Protein concentrate	эталон (шкала ФАО ВОЗ) amino acid standard (FAO WHO scale)
Глутаминовая кислота + глутамин Glutamic acid + glutamine	18,46	17,12	16,2	–
Серин Serin	3,83	3,62	3,3	
Аланин Alanin	4,14	4,33	3,2	
Аспарагиновая кислота + аспарагин Aspartic acid + asparagine	8,16	7,65	7,2	
Гидроксипролин Hydroxyproline	–	–	–	
Пролин Proline	5,22	4,13	3,3	3,5 (метионин + цистин) methionine + cystine
Метионин Methionine	2,50	–	2,0	
Цистин Cystine	1,91	1,67	1,2	
Глицин Glycine	4,97	4,21	3,5	
Тирозин Tyrosine	2,63	2,36	1,99	
Аргинин Arginine	8,14	7,78	5,6	–
Валин Valin	4,69	4,87	3,5	
Фенилаланин Phenylalanine	4,58	4,34	3,8	
Треонин Threonine	4,36	–	2,8	
Триптофан Tryptophan	1,65	–	1,1	
Лейцин Leucine	6,00	5,64	5,2	7
Лизин Lysine	3,43	3,34	2,7	5,5
Гистидин Histidine	2,53	2,11	1,9	–

Таблица 4.

Витаминный и минеральный состав семян подсолнечника, шрота и белкового концентрата подсолнечника

Table 4.

Vitamin and mineral composition of sunflower seeds, sunflower meal and protein concentrate

Nutrient	Содержание в мг на 100 г Content, mg per 100 g		
	Семена Seeds	Шрот Sunflower meal	Белковый концентрат Protein concentrate
Витамин А (каротин в пересчёте на вит.А) Vitamin A (carotene in terms of vitamin A)	0,005	0,003	0,0022
Витамин В1 Thiamine	1,84	1,58	0,63
Витамин В2 Riboflavin	0,18	0,16	0,16
Витамин В9 (фолиевая кислота) Folic acid	0,23	0,22	0,24
Витамин Е Tocopherol	34,21	4,00	3,17
Железо Iron	6,1	6,4	7,1
Калий Potassium	647	540	540
Кальций Calcium	367	360	330
Магний Magnesium	317	310	156
Марганец Manganese	1,95	1,84	1,13
Медь Copper	1,80	1,90	3,64
Натрий Sodium	125	137	1770
Селен Selenium	0,05	0,03	0,08
Фосфор Phosphorus	683	635	570
Цинк Zinc	5,0	6,2	8,3

Семена подсолнечника и шрот содержат достаточное количество витаминов группы В, минеральные вещества (калий, магний, фосфор, медь). В белковом концентрате и шроте снижается содержание жирорастворимых витаминов (каротин, витамин Е), что обусловлено переходом их в масло при отжиме и экстракции. В белковом концентрате также уменьшается содержание минералов (магний, марганец, селен) по сравнению с семенами, что, по-видимому, связано с переходом их в белково-углеводную фракцию (подсолнечную «сыворотку») после осаждения

белка коагулянт (соляной кислотой). Значительное увеличение содержания натрия (в 12–14 раз) в белковом концентрате по сравнению с семенами и шротом обусловлено использованием гидроокиси натрия для экстракции белка из шрота и нейтрализации белковой пасты, полученной кислотной коагуляцией.

В таблице 5 приведены данные исследований физико-химических показателей и фракционного состава белков в шроте и белковом концентрате подсолнечника.

Таблица 5.

Физико-химические показатели и фракционный состав белков в шроте и белковом концентрате подсолнечника

Table 5.

Physico-chemical parameters and fractional proteins composition of sunflower meal and protein concentrate

Массовая доля, % Percentage, %	Шрот Sunflower meal	Белковый концентрат Protein concentrate
Влага и летучие вещества, % Moisture and volatile substances, %	7,8	3,9
Протеин в пересчёте на а.с.в. % Protein content per dry substance, %	38,2	81,7
Водорастворимые протеины, % Water-soluble proteins, %	14,4	10,1
Солеорастворимые протеины, % Salt - soluble proteins, %	38,5	1,8
Щёлочерастворимые протеины, % Alkali - soluble proteins, %	18,4	31,3
Суммарнорастворимые протеины, % от массовой доли протеина Total mass of soluble proteins/total mass of protein, %	71,3	43,2
Зола, % Ash content, %	6,8	8,0
Клетчатка, % Fiber content, %	21,9	9,1

Анализ данных таблицы 5 позволяет сделать заключение о перераспределении белковых фракций в процессе экстракции их из шрота щелочным раствором и последующего осаждения кислотной коагуляцией. Наблюдается значительное повышение (в 1,7 раза) массовой доли щёлочерастворимых протеинов и значительное

снижение (в 21,3 раза) массовой доли солеорастворимых протеинов в белковом концентрате по сравнению со шротом.

В таблице 6 приведены данные исследований функциональных свойств белкового концентрата подсолнечника в сравнении с изолятами соевого белка марки Arcon (Нидерланды).

Таблица 6.

Сравнительные данные функциональных свойств белкового концентрата подсолнечника и изолятов соевого белка марки Arcon (Нидерланды)

Table 6.

Comparative data of functional properties of sunflower protein concentrate and soy protein isolates of Arcon brand (Netherlands)

Показатель Indicator	Концентрат подсолнечного белка Sunflower Protein Concentrate	Концентрат соевого белка ArconF Soy Protein Concentrate ArconF	Концентрат соевого белка ArconS Soy Protein Concentrate ArconS
Влагоудерживающая способность, % Moisture-holding capacity, %	410	285	469
Жирудерживающая способность, % Fat-holding capacity, %	83,0	88,0	122,0
Жиросмультгирующая способность, % Fat-emulsifying ability, %	56,4	54,6	94,1
Стабильность эмульсии, % Emulsion stability, %	52,8	57,9	93,2

При изучении функциональных свойств подсолнечного концентрата показано, что он обладает высокой влагоудерживающей способностью, лишь незначительно уступая функциональному концентрату соевого белка марки ArconS. Показатели жирудерживающей и жиросмолгизирующей способности и стабильности эмульсии примерно соответствуют показателям концентрата соевого белка марки Arcon F, но значительно уступают соответствующим показателям белка марки Arcon S.

Заключение

Семена крупноплодных сортов подсолнечника являются важным источником высококачественного белка, который может и должен использоваться не только для приготовления комбикормов, но и в питании человека.

Критериями селекции и отбора сортов подсолнечника для производства белкового концентрата является значительное содержание

белка в семенах и пониженное содержание хлорогеновой и кофейной кислот, продукты окисления которых, могут изменять окраску конечного продукта (белка).

Исследование показателей выработанного на опытном производстве белкового концентрата показало, что функциональные свойства белкового концентрата подсолнечника не уступают таковым свойствам концентрата, полученного из семян сои. Белковый концентрат подсолнечника содержит незаменимые аминокислоты (кроме лизина) со скором серосодержащих аминокислот 91%, витамины группы В и ценные минеральные вещества.

Полученный белковый концентрат семян подсолнечника можно рекомендовать в качестве белкового обогатителя и функциональной добавки в продуктах лечебно-профилактического и детского питания.

Литература

- 1 Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Крылова И.В., Камышева И.М. Белковый потенциал семян подсолнечника. Исследования процессов получения пищевых белков из подсолнечного шрота // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. 2020. № 1-2. С. 24-29.
- 2 Белокурова Ю.А., Золотавина М.Л. Оценка показателей качества семян зерновых, масличных культур и продуктов их переработки // Масличные культуры. 2021. № 3 (187). С.43-52.
- 3 Усеня Ю.С., Гарлинская М.И., Садовская А.В., Филатова Л.В. и др. Перспективы использования вторичных продуктов переработки масличных культур для обогащения пищевых концентратов // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2020. Т. 13. № 1. С. 28-35.
- 4 Daniel A. Jacobo-Velázquez, Luis Cisneros-Zevallos Recent Advances in Plant Phenolics // Molecules. 2017. V.22. P. 1249. doi:10.3390/molecules22081249
- 5 Minaleshewa Atlabachew, Atakilt Abebe, Tessera Alemneh Wubieneh, Yilak Tefera Habtemariam Rapid and simultaneous determination of trigonelline, caffeine, and chlorogenic acid in green coffee bean extract // Food Sci Nutr. 2021. № 9(9). P.5028-5035. doi: 10.1002/fsn3.2456.
- 6 Bacenetti J., Bava L., Schievano A., Zucali M. Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment // Journal of Food Engineering. 2018. V. 224. P. 139-147. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.12.018
- 7 Bormashenko E., Bormashenko Y., Legchenkova I., Eren N.M. Cold plasma hydrophilization of soy protein isolate and milk protein concentrate enables manufacturing of surfactant-free water suspensions. Part I: Hydrophilization of food powders using cold plasma // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2021. V. 72. P. 102759. doi: 10.1016/j.ifset.2021.102759
- 8 Лукомец В.М., Тишков Н.М. Урожайность и качественные показатели крупной фракции семян при выращивании сортов кондитерского подсолнечника с разной густотой стояния растений // Масличные культуры. 2019. № 2 (178). С.47-54.
- 9 Бушнев А.С., Подлесный С.П., Хатит А.Б. Влияние нормы высева семян на некоторые элементы структуры урожая сортов и гибридов подсолнечника // Масличные культуры. 2019. № 2 (178). С.69-74.
- 10 Пат. № 2616821, RU, МПК C11B 1/02 Способ переработки безлузгового ядра подсолнечника / Герасименко Е.Г. №2015155619; Заявл.24.12.2015; Опубл. 18.04.2017. Бюл. № 11.
- 11 Децына А.А., Хатянский В.И., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Оптимальная модель подсолнечника кондитерского типа // Научный электронный журнал Меридиан. 2020. № 7(41). С. 6-8.
- 12 Компанцев Д.В., Попов А.В., Привалов И.М., Степанова Э.Ф. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья // Сетевое издание Современные проблемы науки и образования. 2016. № 1. С. 34–36.
- 13 Meda R.N., Kshirsagar R.B., Sawate A.R., Patil B.M. Studies on amino acid and functional properties of leaf protein concentrate based weaning food // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. V. 6. № 5. P. 292-295.
- 14 Osorio J. et al. Effects of spray drying conditions and the addition of surfactants on the foaming properties of a whey protein concentrate // LWT-Food Science and Technology. 2014. V. 58. № 1. P. 109-115. doi: 10.1016/j.lwt.2014.02.016
- 15 Лазебных Д.В., Овсянникова О.В., Ефремова В.Н. Совершенствование процесса выделения белковых фракций из семян масличных // Материалы X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. 2017. С. 562–563.
- 16 Баурин Д.В. Перспективы получения белков из подсолнечного шрота // Масла и жиры. 2021. №5-6. С.10-12.

- 17 Segura-Campos M.R., Cruz-Salas J., Chel-Guerrero L., Betancur-Ancona D. Chemical and functional properties of hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris*) protein concentrate // *Food and Nutrition Sciences*. 2014. V. 5. №. 21. P. 2081. doi: 10.4236/fns.2014.521220
- 18 Slabi S.A., Mathé C., Basselin M., Framboisier X. et al. Multi-objective optimization of solid/liquid extraction of total sunflower proteins from cold press meal // *Food chemistry*. 2020. V. 317. P. 126423. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126423
- 19 Доморощенко М.Л., Крылова И.В. Исследование продуктов переработки подсолнечного шрота и жмыха, полученного механическим способом // *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров*. 2020. № 1–2. С. 30–36.
- 20 Доморощенко М.Л., Демьяненко Т.Ф., Крылова И.В., Камышева И.М. Белковый потенциал семян подсолнечника. Исследования процессов получения белков из подсолнечного шрота // *Вестник ВНИИ Жиров*. 2020. № 1–2. С. 24–29.
- 21 Доморощенко М.Л., Кузнецова И.В. Переработка семян подсолнечника для получения пищевого белка // *Технологии производства и переработки*. 2012. № 3 (38). С. 22–25.
- 22 Han R., Chen Y., Ji J., Chen Y. et al. HPLC determination of phenolic compounds in three fruit parts of *Annona squamosa* Linn. and their antioxidant activities // *Shipin Kexue/Food Science*. 2019. V. 40. №. 12. P. 203-209.
- 23 Matsui K., Walker A.R. Biosynthesis and regulation of flavonoids in buckwheat // *Breeding science*. 2020. V. 70. №. 1. P. 74-84. doi: 10.1270/jsbbs.19041
- 24 Поморова Ю.Ю., Бескорвайный Д.В., Пятковский В.В., Серова Ю.С. и др. Аминокислотный состав белка семян кондитерских сортов подсолнечника селекции ВНИИМК // *Масличные культуры*. 2020. №. 3 (183). С.12-17.

References


- 1 Domoroschenkova M.L., Demyanenko T.F., Krylova I.V., Kamysheva I.M. Protein potential of sunflower seeds. Studies of the processes of obtaining food proteins from sunflower meal. Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats. 2020. no. 1-2. pp. 24-29. (in Russian).
- 2 Belokurova Yu.A., Zolotavina M.L. Evaluation of indicators of the quality of seeds of cereals, oilseeds and products of their processing. *Maslichnye kultury*. 2021. no. 3 (187). pp.43-52. (in Russian).
- 3 Usenya Yu.S., Garlinskaya M.I., Sadovskaya A.V., Filatova L.V. Prospects for the use of by-products of oilseed processing for the enrichment of food concentrates. *Food industry: science and technology*. 2020. vol. 13. no. 1. pp. 28-35. (in Russian).
- 4 Daniel A. Jacobo-Velázquez, Luis Cisneros-Zevallos Recent Advances in Plant Phenolics. *Molecules*. 2017. vol.22. pp. 1249. doi:10.3390/molecules22081249
- 5 Minaleshewa Atlabachew, Atakilt Abebe, Tessera Alemneh Wubieneh, Yilak Tefera Habtemariam Rapid and simultaneous determination of trigonelline, caffeine, and chlorogenic acid in green coffee bean extract. *Food Sci Nutr*. 2021. no. 9(9). pp.5028-5035. doi: 10.1002/fsn3.2456.
- 6 Bormashenko E., Bormashenko Y., Legchenkova I., Eren N.M. Cold plasma hydrophilization of soy protein isolate and milk protein concentrate enables manufacturing of surfactant-free water suspensions. Part I: Hydrophilization of food powders using cold plasma. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2021. vol. 72. pp. 102759. doi: 10.1016/j.ifset.2021.102759
- 7 Lukomets V.M., Tishkov N.M. Yield and quality indicators of a large fraction of seeds when growing varieties of confectionery sunflower with different plant density. *Oil cultures*. 2019. no. 2(178). pp.47-54. (in Russian).
- 8 Bushnev A.S., Podlesny S.P., Khatit A.B. Influence of the seeding rate on some elements of the crop structure of sunflower varieties and hybrids. *Oil cultures*. 2019. no. 2(178). pp. 69-74. (in Russian).
- 9 Kompantsev D.V., Popov A.V., Privalov I.M., Stepanova E.F. Protein isolates from vegetable raw materials: a review of the current state and analysis of the prospects for the development of technology for obtaining protein isolates from vegetable raw materials. *Online edition Modern problems of science and education*. 2016. no. 1. pp. 34–36. (in Russian).
- 10 Gerasimenko E.G. Method for processing hullless sunflower kernels. Patent RF, no. 2616821, 2017.
- 11 Decyna A.A., Khatnyansky V.I., Illarionova I.V., Shcherbinina V.O. Optimal model of confectionery-type sunflower. *Scientific electronic journal Meridian*. 2020. no. 7(41). pp. 6-8. (in Russian).
- 12 Lazebnykh D.V., Ovsyannikova O.V., Efremova V.N. Improving the process of isolation of protein fractions from oilseeds. *Proceedings of the X All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 120th anniversary of I.S. Kosenko*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. 2017. pp. 562–563. (in Russian).
- 13 Baurin D.V. Prospects for obtaining proteins from sunflower meal. *Oils and fats*. 2021. no. 5-6. pp.10-12. (in Russian).
- 14 Segura-Campos M.R., Cruz-Salas J., Chel-Guerrero L., Betancur-Ancona D. Chemical and functional properties of hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris*) protein concentrate. *Food and Nutrition Sciences*. 2014. vol. 5. no. 21. pp. 2081. doi: 10.4236/fns.2014.521220
- 15 Slabi S.A., Mathé C., Basselin M., Framboisier X. et al. Multi-objective optimization of solid/liquid extraction of total sunflower proteins from cold press meal. *Food chemistry*. 2020. vol. 317. pp. 126423. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126423
- 16 Domoroschenkova M.L., Krylova I.V. Investigation of processed products of sunflower meal and oilcake obtained mechanically. *Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats*. 2020. no. 1–2. pp. 30–36. (in Russian).
- 17 Domoroschenkova M.L., Demyanenko T.F., Krylova I.V., Kamysheva I.M. Protein potential of sunflower seeds. Studies of the processes of obtaining proteins from sunflower meal. *Vestnik VNI Zhirov*. 2020. no. 1–2. pp. 24–29. (in Russian).
- 18 Domoroschenkova M.L., Kuznetsova I.V. Processing of sunflower seeds for obtaining food protein. *Technologies of production and processing*. 2012. no. 3 (38). pp. 22–25. (in Russian).


19 Han R., Chen Y., Ji J., Chen Y. et al. HPLC determination of phenolic compounds in three fruit parts of *Annona squamosa* Linn. and their antioxidant activities. *Shipin Kexue/Food Science*. 2019. vol. 40. no. 12. pp. 203-209.


20 Matsui K., Walker A.R. Biosynthesis and regulation of flavonoids in buckwheat. *Breeding science*. 2020. vol. 70. no. 1. pp. 74-84. doi: 10.1270/jsbbs.19041


21 Pomorova Yu.Yu., Beskorovainy D.V., Pyatovsky V.V., Serova Yu.S. and other Amino acid composition of the protein of seeds of confectionery varieties of sunflower selection VNIIMK. *Oil cultures*. 2020. no. 3(183). pp.12-17. (in Russian).


Сведения об авторах

Лилия В.Гапонова к.т.н., заведующий отделом лечебно-профилактического и детского питания, Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, ул. Черняховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Россия, lilia.gaponova@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5268-7893>

Вера А.Гаврилова д.б.н., главный научный сотрудник, куратор коллекции подсолнечника, Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42, 44, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия, v.gavrilova@vir.nw.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-8110-9168>

Татьяна Ф. Демьяненко к.т.н., отдел исследования белков, Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, ул. Черняховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Россия, tandem.50@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4220-7224>

Татьяна А. Полежаева к.т.н. научный сотрудник, отдел детского и лечебно-профилактического питания, Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, ул. Черняховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Россия, polezhaevata@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4102-1655>

Галина А.Матвеева научный сотрудник, отдел детского и лечебно-профилактического питания, Всероссийский научно-исследовательский институт жиров, ул. Черняховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Россия, galinamatveeva57@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6734-9974>

Вклад авторов

Лилия В.Гапонова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

Вера А.Гаврилова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, подбор и предоставление коллекционных сортов подсолнечника

Татьяна Ф. Демьяненко проведение исследований физико-химических свойств белка


Татьяна А. Полежаева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат


Галина А.Матвеева проведение лабораторных исследований, выполнение расчетов


Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.


Information about authors

Lilia V. Gaponova Cand. Sci. (Engin.), therapeutic and preventive and baby food department, All-Russian Research Institute of Fats, Chernyakhovsky str., 10, St. Petersburg, 191119, Russia, lilia.gaponova@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-5268-7893>

Vera A. Gavrilova Dr. Sci. (Biol.), main researcher, curator of sunflower collection, All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov, Bolshaya Morskaya str., 42, 44, Saint Petersburg, 190000, Russia, v.gavrilova@vir.nw.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-8110-9168>

Tatiana.F. Dem'ianenko Cand. Sci. (Engin.), senior researcher, department of protein research, All-Russian Research Institute of Fats, Chernyakhovsky str., 10, St. Petersburg, 191119, tandem.50@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4220-7224>

Tatiana A. Polezhaeva Cand. Sci. (Engin.), Researcher, therapeutic and preventive and baby food department, All-Russian Research Institute of Fats, Chernyakhovsky str., 10, St. Petersburg, 191119, Russia, polezhaevata@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4102-1655>

Galina A. Matveeva researcher, therapeutic and preventive and baby food department, All-Russian Research Institute of Fats, Chernyakhovsky str., 10, St. Petersburg, 191119, Russia, galinamatveeva57@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6734-9974>

Contribution

Lilia V. Gaponova proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Vera A. Gavrilova review of the literature on an investigated problem, selection and provision of collectible sunflower varieties

Tatiana.F. Dem'ianenko conducting research on the physico-chemical properties of protein

Tatiana A. Polezhaeva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Galina A. Matveeva conducted an experiment, performed computations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 27/09/2021	После редакции 15/11/2021	Принята в печать 03/12/2021
Received 27/09/2021	Accepted in revised 15/11/2021	Accepted 03/12/2021