

Научная статья

УДК 633.854.54 + 577.1

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-1-193-73-84

## Химико-биологические свойства и потенциальная ценность семян масличного льна (обзор)

Юлия Юрьевна Поморова  
Сюзанна Кареновна Овсепян  
Юлия Михайловна Серова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
protein@vniimk.ru

**Аннотация.** Приведён обзор источников, отражающих мотивацию агросектора РФ к выведению и возделыванию масличного льна. Особое внимание уделяется пищевой ценности этой сельскохозяйственной культуры. Семена масличного льна славятся своей полифункциональностью, что объясняется богатым разнообразием нутриентов. Усредненный компонентный состав семени: 20 % белки, 41 % жиры, 27 % клетчатка, 3 % витамины, минералы, фенольные соединения и др. Аминокислотный профиль белка льняного семени характеризуется сбалансированностью и идентичен по составу соевому – принятому «идеальным» в кругу растительных культур. Льняное масло известно высоким содержанием незаменимых  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 полиненасыщенных жирных кислот, с преобладающим количеством первых. Использование льняного масла может быть рекомендовано для профилактики широкого круга заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых. Показана биологическая значимость пищевых волокон семян масличного льна, их растворимой (слизи) и нерастворимой (целлюлоза, лигнины) фракций. Приведены данные о многообразии витаминно-минерального комплекса семян масличного льна, описаны функции соответствующих питательных компонентов. Проведенный аналитический обзор свидетельствует о перспективности дальнейшего развития отрасли производства масличного льна в целях получения маслосемян – продукции с высокой пищевой ценностью.

**Ключевые слова:** масличный лён, семена, селекция, химический состав, биологическая ценность, пищевая ценность.

*Для цитирования:* Поморова Ю.Ю., Овсепян С.К., Серова Ю.М. Химико-биологические свойства и потенциальная ценность семян масличного льна (обзор) // Масличные культуры. 2023. Вып. 1 (193). С. 73–84.

UDC 633.854.54 + 577.1

### Chemical and biological properties and potential value of oil flax seeds

Pomorova Yu.Yu., head of the lab., PhD in engineering  
Ovseryan S.K., analyst  
Serova Yu.M., researcher

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops  
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia  
protein@vniimk.ru

**Abstract.** The article provides an overview of sources reflecting the motivation of the agricultural sector of the Russian Federation for the breeding and cultivation of oilseed flax. Special attention is paid to the nutritional value of the discussed agricultural crop. Oil flax seeds are famous for their polyfunctionality, which is explained by the rich diversity of nutrients. The average component composition of the seed is 20% proteins, 41% fats, 27% fiber, 3% vitamins, minerals, phenolic compounds, etc. The amino acid profile of flax protein is characterized by balance and is identical in composition to soybean one – the accepted "ideal" in the circle of plant crops. Flaxseed oil is known for its high content of essential  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids, with the predominant amount of the former. The use of flax seed oil can be recommended for the prevention of a wide range of diseases, including cardiovascular. The biological significance of dietary fibers of oil flax seeds, their soluble (mucus) and insoluble (cellulose, lignins) fractions is shown. The data on the diversity of the vitamin and mineral complex of oil flax seeds are presented, the functions of the corresponding nutritional components are described. The conducted analytical review indicates the prospects for further development of the oil flax industry in order to obtain oil seeds – products with high nutritional value.

**Key words:** oilseed flax, seeds, breeding, chemical composition, biological value, nutritional value

**Введение.** Лён культурный обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) получил широкое применение в различных промышленных отраслях ввиду своей высокой ценности. Лён является древнейшей сельскохозяйственной культурой, первичная значимость которой заключалась в

ее маслично-пищевой ценности, с течением времени его начали применять и для изготовления текстиля. В то же время привлекательность льна выражается в технологии его выращивания, он обладает высокой засухо- и холодоустойчивостью. Согласно данным археологических и палеоботанических исследований, первыми видами льна, подвергшимися доместикации, являются лён узколистный (двулетний) и лён обыкновенный [1].

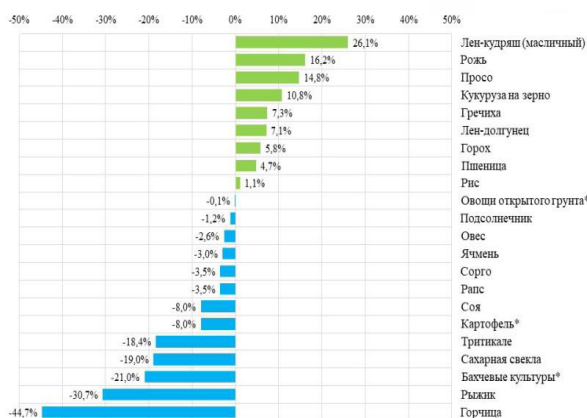
Внутривидовая классификация культурного льна неоднозначна и интерпретируется исследователями по-разному. Согласно систематизации И.А. Сизова (1955), признанной наиболее рациональной широким кругом селекционеров, культивируемый лен подразделяется на пять групп, среди которых долгунец, межеумок, кудряш (горный), крупносемянный и полуозимый стелющийся. Однако данная классификация официального подтверждения не имеет. Долгунец возделывается преимущественно в целях получения льноволокна, кудряш является масличной культурой, а лён-межеумок может быть использован в обоих направлениях. Как правило, последние две группы объединяют по признаку повышенной масличности и именуют как «лён масличный» [2; 3; 4; 5; 6]. По мнению селекционеров ВНИИМК, наиболее логичной является классификация канадских ботаников А. Diederrichsen и К. Richards (2003), они в свою очередь придерживались концепции W. Kulpa и S. Danert (1962), согласно которой культурный лён имеет четыре разновидности: растрескивающийся лён (*L. usitatissimum* convar. *crepitans* (Boem.) Kulpa et Danert), долгунец (*L. usitatissimum* convar. *elongatum* Vav. et Ell.), промежуточный масличный (*L. usitatissimum* convar. *mediterraneum* (Vav. et Ell.) Kulpa et Danert) и масличный лён (*L. usitatissimum* convar. *usitatissimum*) [7; 8].

#### **Селекция льна во ВНИИМК и в РФ.**

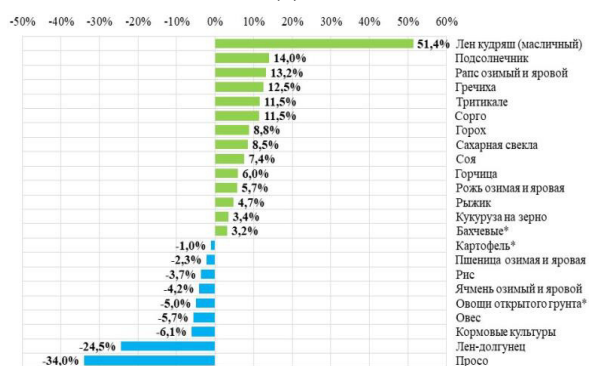
Селекция льна во ВНИИМК имени В.С. Пустовойта берет своё начало с 1937 г.

По результатам работы ВНИИМК создана коллекция линий льна, включающая около 200 высокомасличных образцов, масличность некоторых достигает до 56 % [9]. За последнее десятилетие было выведено немалое количество перспективных сортов масличного льна, среди них Даник [10], Нилин [11], Ы 117 [12], ВНИИМК 620 ФН [13], РФН [14], Снегурок [15], Ы 220 [16]. В Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, входит 48 сортов масличного льна, среди которых 21 сорт селекции ВНИИМК. В совокупности сорта масличного льна селекции ВНИИМК занимают не менее 2/3 части от общей посевной площади (1 млн га) всех льносеющих регионов России. К основным сортам, занимающим большие площади в РФ, относятся: ВНИИМК 620, ФЛИЗ, Бирюза, Радуга, Авангард, Северный, Небесный, Август, Амбер, РФН, Даник, ВНИИМК 620 ФН, Ы 117 и Снегурок [17].

Масличный лен имеет явное преимущество в общей структуре посевов льна в мире – он занимает около 84 % всех возделываемых площадей, на долю долгунцовых форм приходится лишь 16 % [18]. По данным Росстата, в период с 2019 по 2020 г. и с 2020 по 2021 г. площадь посева масличного льна лидировала по приросту среди остальных сельскохозяйственных культур в РФ (рис. 1). Динамика роста территорий выращивания масличного льна носит постоянный характер уже на протяжении многих лет. Роль России в мировом производстве масличных культур за последние годы значительно возросла, процент производимого на территории страны льна составляет около 26 % от общемирового количества. Однако в РФ переработка льна производится лишь на 15–20 % по отношению к общему объему производства, вследствие чего культура остается преимущественно экспортно-ориентированной [19; 20; 21].



(a)



(б)

Рисунок 1 – Изменение посевных площадей основных растениеводческих культур в РФ: а) – с 2019 по 2020 гг., б) – с 2020 по 2021 гг. [19; 20]

Таким образом, производство масличного льна характеризуется высокой рентабельностью, что определяет перспективность заданного направления и, следовательно, высокий прирост территорий его выращивания в РФ.

**Области применения льна.** Льняное волокно обладает высокой ценностью, вследствие чего активно используется в мировой текстильной, легкой промышленности и других. Обычно в указанных областях применяют лен-долгунец, преимущественно лубяной слой стебля растения. Наибольшей ценностью обладает один из первичных продуктов переработки льняной тресты – длинное волокно. Льноволокно обладает такими характеристиками, как высокая прочность и гигроскопичность, воздухопроницаемость, теплопроводность, гипоаллергенность, бактерицидность, к тому же материалы из

льна не электризуются. Льняной текстиль может служить достойной альтернативой хлопковому [22; 23; 24]. Однако эффективность развития производства льна-долгунца на территории РФ объективно низка, что подтверждается вышеизложенными фактами.

Высокий интерес аграриев России к масличному льну обоснован в том числе высокой пищевой ценностью его семян. Семена льна в своем составе содержат белки с полноценным аминокислотным профилем, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), водорастворимую и нерастворимую фракции клетчатки, фенольные соединения, витамины группы В, С и Е и различные микроэлементы [25; 26; 27; 28; 29; 30; 31]. Приблизительный химический состав семени масличного льна [32] приведен на рисунке 2. Состав может варьироваться в зависимости от морфогенетических, технологических и экологических факторов.

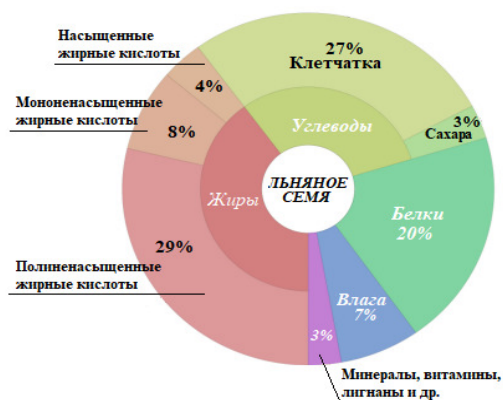


Рисунок 2 – Приблизительный химический состав семени масличного льна

**Белковая составляющая семян масличного льна.** Белок льняного семени состоит преимущественно из двух фракций: солерастворимой высокомолекулярной (глобулины) и водорастворимой низкомолекулярной (альбумины). Доля общего белка в льняном семени в среднем составляет около 20 %, у некоторых образцов данный показатель достигает 30 % и выше. В таблице 1 приведено содержание аминокислот на 100 г белка семян масличного льна различных сортов как отече-

отечественного, так и зарубежного производства.

Таблица 1

**Содержание аминокислот в белке семян масличного льна различных сортов, г/100 г протеина**

Аминокислота	Сорт льна												Семена сои [39]	«Эталон» ФАО/ВОЗ [40]
	NorLin [29, 35]	Omega [29, 35]	Brown flaxseed [33]	Valour [34]	Foster [35]	NorMan [36]	Уральский [37]	Уральский желтый [37]	Исилькульский [38]	Ручеек [38]	ВНИИМК 620 ФН [38]	Исток [38]		
<b>ЗАМЕНИМЫЕ</b>														
Аланин (Ala)	4,4	4,5	3,77	3,77	4,7	5,67	3,41	2,11	5,13	5,27	5,21	4,92	-	-
Аргинин (Arg)	9,2	9,4	9,42	9,71	10,0	11,9	11,14	11,42	10,75	11,21	10,59	11,38		
Аспарагиновая кислота (Asp)	9,3	9,7	9,92	9,02	10,0	12,3	н/д*	н/д*	11,16	10,92	11,02	11,17		
Глутаминовая кислота (Glu)	19,6	19,7	19,46	19,75	20,0	21,8	22,95	23,48	21,73	21,62	21,41	22,29		
Глицин (Gly)	5,8	5,8	5,90	5,19	5,9	5,61	7,10	7,49	6,22	6,28	6,19	6,21		
Пролин (Pro)	3,5	3,5	3,73	2,45	3,8	4,17	4,60	4,80	4,15	4,21	4,08			
Серин (Ser)	4,5	4,6	5,00	4,53	4,7	4,58	5,51	5,91	2,83	2,86	2,74	2,79		
<b>НЕЗАМЕНИМЫЕ</b>														
Гистидин (His)	2,2	2,3	2,43	1,59	2,1	2,52	2,67	2,63	2,25	1,64	1,28	2,17	2,4–2,9	1,60
Изолейцин (Ile)	4,0	4,0	3,85	3,37	4,1	4,55	5,11	5,04	4,72	4,68	4,60	4,67	2,9–4,7	3,00
Лейцин (Leu)	5,8	5,9	5,72	4,67	6,0	5,83	7,10	7,20	6,40	6,39	6,48	5,92	6,4–7,5	6,10
Лизин (Lys)	4,0	3,9	3,83	2,12	4,0	3,24	4,60	5,09	4,32	4,44	4,30	4,49	5,8–6,7	4,80
Треонин (Thr)	3,6	3,7	4,14	2,83	3,8	3,07	4,09	4,27	3,40	3,41	3,37	3,37	3,8–4,5	2,50
Триптофан (Trp)	1,8	н/д*	1,50	1,10	н/д*	н/д*	1,70	1,87	н/д*	н/д*	н/д*	н/д*	-	0,66
Валин (Val)	4,6	4,7	4,84	3,75	5,1	4,65	6,08	6,2	6,06	6,11	6,01	6,21	3,4–5,0	4,00
Met + Cys	2,6	2,5	2,61	3,74	3,2	1,83	1,99	2,34	1,63	1,73	1,55	2,35	-	2,30
Phe + Tyr	6,9	7,0	7,09	6,02	7,2	8,25	5,51	5,97	7,6	7,75	7,39	7,61	-	4,10

\*н/д – нет данных

Аминокислотный профиль протеина льняного семени идентичен составу соевого, который признан наиболее питательным среди растительных культур. Таким образом, введение льнопродуктов в рацион питания может способствовать повышению его сбалансированности и восполнению необходимого уровня незаменимых аминокислот для нормального функционирования организма, согласно нормам ФАО/ВОЗ.

**Жиры.** Семена масличного льна являются источником высококачественного растительного масла, на рисунке 3 приведен его усредненный жирно-кислотный состав [29].



Рисунок 3 – Жирно-кислотный состав льняного масла

Для льняного масла характерно низкое содержание насыщенных жирных кислот, избыток которых способствует повышению уровня липопротеинов низкой плотности и, как следствие, общего холестерина в крови, что приводит к развитию сердечно-сосудистых заболеваний [41; 42]. В то же время масло льна славится высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот с преобладающим количеством α-линоленовой, которая является предшественником других жизненно важных ω-3 жирных кислот – эйкозанпентаеновой и докозангексаеновой. Омега-3 и омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты являются эссенциальными, вследствие чего должны присутствовать в рационе питания. ПНЖК участвуют в формировании фос-

фолипидов клеточных мембран и синтезе гормонов, осуществляющих регуляцию обменных процессов в клетках. Недостаток полиненасыщенных жирных кислот приводит к изменению жирно-кислотного состава плазматических мембран, нарушению их функциональной стабильности, снижению устойчивости к патогенному воздействию и увеличению проницаемости. Такие процессы могут провоцировать возникновение различного рода заболеваний [26; 41]. Важное значение имеет оптимальное соотношение ω-6 : ω-3 полиненасыщенных жирных кислот в рационе питания, в среднем оно должно варьироваться в интервале 1 : 1 – 10 : 1, однако в реалиях современного человека зачастую данное соотношение гораздо выше (20–30 : 1) [44; 45]. Избыточное количество ω-6 сопровождается повышением вязкости крови, возникновением спазмов и сужением сосудов, в то время как ω-3 ПНЖК обладают гиполипидемическим, гипокоагуляционным, антиагрегантным, противовоспалительным, онкопрофилактическим, иммуномодулирующим, антиаритмическим, сосудорасширяющим действием, поддерживают нормальное функционирование головного мозга и нервной системы [45; 46; 47; 48; 49]. Таким образом, льнопродукты (льняное семя, льняная мука, льняное масло) являются концентрированными источниками ω-3, вследствие чего их введение в рацион питания может компенсировать недостаток эссенциальных ПНЖК и способствовать поддержанию их необходимого для человеческого организма уровня.

**Пищевые волокна.** Пищевое волокно льняного семени представлено как в растворимых, так и нерастворимых формах, они соотносятся в пропорциях 20 : 80 – 40 : 60. Нерастворимая фракция клетчатки состоит преимущественно из целлюлозы и неуглеводных компонентов – лигнинов. Физиологическое действие такой фракции заключается в стимуляции перистальтики кишечника, желчеотделе-

ния, снижения уровня глюкозы в крови, сорбции холестерина и других жирорастворимых веществ, в том числе лигнины обладают онкопротекторным и антиоксидантным действием [26; 50; 51].

Растворимая фракция пищевых волокон семени льна представлена преимущественно слизями, которые состоят из полисахаридов (83,3 %), белков (4,6 %) и зольных веществ (11,8 %) [52]. Полисахаридная смесь образована тремя соответствующими высокомолекулярными компонентами: 75 % – нейтральный полисахарид ( $M = 1,2 \cdot 10^6$  г/моль); 3,75 % и 21,25 % – кислые полисахариды AF<sub>1</sub> ( $M = 6,5 \cdot 10^5$  г/моль) и AF<sub>2</sub> ( $M = 1,7 \cdot 10^4$  г/моль) соответственно [53]. Полисахаридные слизи льна обладают обволакивающим, слабительным, радиопротекторным и иммунозащитным действием [54].

**Фенольные соединения.** В составе семян льна содержатся биологически активные вещества – флавоноиды, фенольные кислоты и лигнаны, при этом последние значительно преобладают. Лигнаны относятся к классу фитоэстрогенов – природных нестероидных растительных компонентов, обладающих эстрогеноподобной активностью. В льняном семени преимущественно содержатся секоизоларицирезинола диглюкозид (СДГ), секоизоларицирезинол, метаирезинол, ларицирезинол, изоларицирезинол и др. [55]. Наибольшей биологической ценностью обладает СДГ, его количество в льняном семени аномально выше, чем в других, в том числе бобовых и зерновых культурах [51; 55]. В результате метаболизма СДГ в организме под влиянием микрофлоры кишечника образуются энтеролактон и энтеродиол – лигнаны млекопитающих. Лигнаны обладают ярко выраженной антиоксидантной активностью. Важным их физиологическим действием является способность ингибировать развитие гормонозависимых опухолей [56; 57; 58; 59; 60]. Механизм такого действия может быть основан на ингибировании лигнанами энзимов,

участвующих в метаболизме гормонов, что приводит к снижению доступности эстрогена и препятствует росту опухолевых клеток [25; 55]. Однако существуют исследования, опровергающие антиканцерогенную активность лигнанов льна [29; 58; 60].

**Витамины и минералы.** Витаминно-минеральный состав льняного семени довольно разнообразен. Примерный витаминный состав семян льна и его физиологическая роль в человеческом организме представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Витамины семян масличного льна, их функции**

Витамин	Содержание, мг/100 г	Функции [61; 62; 63]	
1	2	3	
Водорастворимые	<b>Аскорбиновая кислота (С), антискорбутный</b>	0,50 [25, 29]	Антиоксидант. Участвует в синтезе коллагена, нормализации проницаемости капилляров, регулировании углеводного обмена, ОВР, свертываемости крови, регенерации тканей, образовании стероидных гормонов, обеспечивает нормальный гематологический и иммунологический статус организма, его устойчивость к инфекции и стрессу
	Витамины группы В		
	<b>Тиамин (В<sub>1</sub>), антиневритный</b>	0,5 [25, 29]	Регуляция углеводного обмена. Необходим при нарушении функций центральной нервной системы, легких формах склероза, различных сердечно-сосудистых заболеваниях
	<b>Рибофлавин (В<sub>2</sub>), витамин роста</b>	0,2 [25, 29]	Принимает участие в процессах углеводного, белкового и липидного обмена, в окислительно-восстановительных процессах в качестве кофактора ферментов. Играет также важную роль в поддержании нормальной зрительной функции глаз и синтезе гемоглобина
<b>Никотиновая кислота (В<sub>3</sub>), антипеллагрический</b>	3,2 [25, 29]	Обладает противопеллагрическим действием, улучшает углеводный обмен, положительно действует при заболеваниях печени, сердца, язвы желудка, вяло заживаю-	

			щих ранах и язвах, оказывает сосудорасширяющее действие
Продолжение таблицы 2			
	1	2	3
Водорастворимые	<b>Пантотеновая кислота, антидерматитный</b>	0,6 [25, 29]	Способствует образованию кофермента А, который играет ключевую роль в обмене жиров, углеводов и белков, а также в процессах ацетилирования и β-окисления высших жирных кислот
	<b>Пиридоксин (В6), антидерматитный</b>	0,6 [25, 29]	Играет ключевую роль в процессах липидного, белкового и аминокислотного обмена
	<b>Биотин (В7), антисеборейный</b>	0,006 [25, 29]	Участвует в метаболизме углеводов и жиров
	<b>Фолиевая кислота (В9), антианемический</b>	0,1 [25, 29]	Необходима для кроветворения. Способствует стимуляции эритропоэза, участвует в синтезе аминокислот, нуклеиновых кислот, пуринов, в обмене холина и других метаболических процессах
Витамины группы Е (токоферолы)			
Жирорастворимые	<b>α-Токоферол</b>	0,01 [29] 0,06 [25] 0,88 [3]	Выраженное антиоксидантное действие, предотвращает окисление ненасыщенных липидов мембран, защищая их от разрушения. Участвует в синтезе гема и белков, пролиферации клеток, в тканевом дыхании и иных процессах клеточного метаболизма
	<b>δ-Токоферол</b>	0,01 [29] 0,05 [25] 0,24 [3]	
	<b>γ-Токоферол</b>	0,55 [29] 3,0 [25] 9,2 [3]	

Как видно, содержание витаминов в семенах льна неоднозначно, это обусловлено влиянием различных факторов, среди которых сортовая принадлежность семян, их зрелость, условия, область выращивания и др. При сравнении уровней концентраций токоферолов в семенах и льняном масле с соответствующими компонентами мака и сафлора было установлено, что лен занимает лидирующие позиции (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание токоферолов в семенах различных культур и их маслах, мг/100 г [64]**

Объект	Токоферол			
	α-	β-	γ-	сумма
Льняное семя	0,10	н/о*	13,93	14,03
Маковое семя	1,40	0,53	8,70	10,63
Семя сафлора	10,21	1,19	н/о*	11,4
Льняное масло	0,59	н/о*	75,67	76,26
Маковое масло	5,53	1,67	21,74	28,94
Сафлоровое	44,09	7,23	н/о*	51,32

масло				
-------	--	--	--	--

\*н/о – не обнаружено

Преобладающими нутриентами минерального состава льняного семени являются: калий, фосфор, магний и кальций, в меньших количествах присутствуют натрий, железо, цинк, марганец и медь (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание минералов в семенах масличного льна**

Элемент	Содержание, мг/100 г	
	[29]	[65]
Калий	831	1210
Фосфор	622	990
Магний	431	610
Кальций	236	450
Натрий	27	60
Железо	5	21
Цинк	4	12
Марганец	3	6
Медь	1	2

Калий и натрий выполняют важные физиологические функции в организме, среди которых поддержание осмотической концентрации крови, поддержание кислотно-щелочного и водного баланса, обеспечение мембранного транспорта, мышечных сокращений, активация энзимов. Фосфор является необходимым компонентом нуклеиновых кислот, АТФ, фосфолипидов клеточных мембран, участвует в процессе фосфорилирования. Магний участвует в синтезе белка и нуклеиновых кислот; обмене жиров, белков, углеводов; транспорте, хранении и утилизации энергии; митохондриальных процессах; регуляции нейрохимической передачи и мышечной возбудимости; расслабляет гладкую мускулатуру; является кофактором многих ферментативных реакций; является физиологическим антагонистом кальция; контролирует баланс внутриклеточного калия; снижает количество ацетилхолина в нервной ткани; снижает артериальное давление; угнетает агрегацию тромбоцитов; повышает осмотическое давление в просвете кишечника и др. Действие кальция основано на регуляции возбудимости нервных и мышеч-

ных клеток, участия в высвобождении нейромедиаторов и передаче нервных импульсов, активации процессов свертывания крови, участия в аллергических и воспалительных процессах, также он способствует протеканию межклеточных взаимодействий [66].

**Фитотоксины и антипитательные компоненты.** В льняном семени содержатся и различные компоненты, негативно влияющие на метаболические процессы: цианогенные гликозиды (фитотоксин), линатин (антагонист пиридоксина), фитиновая кислота (антинутриент), ингибитор трипсина. Однако выраженного угнетающего действия указанных компонентов на организм при умеренном употреблении льнопродуктов клинически установлено не было [25; 45; 67].

**Выводы.** Полифункциональность масличного льна непосредственно отражается в его многокомпонентном нутриентном составе. Он является источником высококачественного масла, богатого омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами, сбалансированного белка с полнопрофильным аминокислотным составом, а также клетчатки, витаминов и минералов, поэтому обладает высокой ценностью и вызывает повышенный интерес в пищевой промышленности. Функциональные свойства нутриентов льняного семени позволяют повысить пищевую ценность продуктов и сбалансированность рациона. Стабильно растущие площади возделывания масличного льна, его ежегодный валовой сбор, выведение новых высококачественных сортов и гибридов свидетельствуют о высокой значимости обсуждаемой культуры и создает благоприятные условия для развития льнопроизводства.

#### Список литературы

1. Зеленцов С.В. История культуры льна в мире и России // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 93–103.

2. Першаков А.Ю., Белкина Р.И. Лен масличный – элементы технологии и сорта (аналитический обзор) // АПК: инновационные технологии. – 2018. – № 1 (40). – С. 45–50.

3. Косых Л.А. Лен масличный – культура пищевого использования (обзор) // Аграрная наука. – 2021. – Т. 353 (10). – С. 56–59.

4. Прудников А.Д., Кучумов А.В., Рыбченко Т.И. [и др.]. Потенциал льняного поля. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Научный консультант», 2018. – 120 с.

5. Кутузова С.Н., Пороховинова Е.А., Пендинен Г.И. Происхождение и эволюция *Linum usitatissimum* L. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – Т. 176. – № 4. – С. 436–455.

6. Пороховинова Е.А., Кутузова С.Н., Павлов А.В. [и др.]. Коллекция генетических ресурсов льна Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 7 (2). – С. 75–90.

7. Зеленцов С.В., Зеленцов В.С., Мошненко Е.В., Рябенко Л.Г. Современные представления о филогенезе и таксономии рода *Linum* L. и льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. 1 (156). – С. 106–121.

8. Кутузова С.Н., Чухина И.Г. Уточнение внутривидовой классификации культурного льна (*Linum usitatissimum* L.) методами классической генетики // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Т. 178 (3). – С. 97–109.

9. Форпост масличной отрасли России: летопись к 100-летию Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта (1912–2012 гг.) / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, В.Ф. Баранов, А.А. Свиридов, С.Д. Крохмаль, М.В. Трунова, Л.Г. Шаповалова. – Краснодар: ГНУ ВНИИМК РАСХН, 2012. – С. 172–178.

10. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Овчарова Л.П., Галкина Г.Г., Скляр С.В. Сорт масличного льна Даник // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 141–142.

11. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Овчарова Л.П., Галкина Г.Г., Скляр С.В. Сорт масличного льна Нилин // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 143–144.

12. Зеленцов В.С., Рябенко Л.Г., Зеленцов С.В., Овчарова Л.П., Скляр С.В. Сорт масличного льна Ы 117 // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 181–184.

13. Овчарова Л.П., Зеленцов В.С., Рябенко Л.Г., Галкина Г.Г., Скляр С.В., Зеленцов В.С., Мошненко Е.В. Сорт масличного льна ВНИИМК 620 ФН // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 146–149.

14. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Овчарова Л.П., Галкина Г.Г., Скляр С.В., Зеленцов В.С., Мошненко Е.В. Сорт масличного льна РФН // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 143–145.

15. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Овчарова Л.П., Зеленцов С.В., Скляр С.В., Мошненко Е.В. Зимующий сорт масличного льна Снегурок // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 4 (184). – С. 99–102.

16. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Зеленцов С.В., Зеленцов С.В., Овчарова Л.П., Скляр С.В., Мошненко Е.В. Сорт масличного льна Ы 220 // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 4 (188). – С. 99–102.

17. Лен масличный и перспективы его выращивания: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vniimk.ru/press/smi-o-nas/len-maslichnyy-i-perspekti-vy-ego-vyrashchivaniya> (дата обращения: 28.10.2022).



18. Минжасова А.К., Лошкомайников И.А. Сорт льна масличного Август // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 2 (170). – С. 115–116.
19. Посевные площади по культурам в 2020 году. Лидеры по приросту и сокращению: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abcentre.ru/news/posevnyye-ploschadi-po-kulturam-v-2020-godu-lidery-po-prirostu-i-sokrascheniyu> (дата обращения: 26.10.2022).
20. Рынок сельхозсырья и продовольствия России. Итоги за 2021 год и перспективы на 2022 год: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abcentre.ru/news/rynok-selhozsyrya-i-prodovolstviya-rossii-itogiza-2021-god-i-perspektivy-na-2022-god> (дата обращения: 26.10.2022).
21. Иванова Е.В., Андроник Е.Л., Батюков Д.А. Лен масличный: ведущие производители и рынок производства (обзор) // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 69–75.
22. Чигирев М.Д., Несина В.Т., Красина И.В., Парсанов А.С. Натуральные волокна растительного происхождения в современной легкой промышленности // Сб. ст. Новые технологии и материалы легкой промышленности: XVI Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых, Казань, 19–23 мая 2020 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. – С. 473–479.
23. Бутко Т.В., Пай С.В. Исследование лечебных свойств природных волокон для разработки сырьевых композиций экологической одежды // Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект: сборник научных трудов. – М.: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2019. – С. 75–80.
24. Гришанова С.С. Перспективное направление использования льна // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной науч.-тех. конф., Москва, 14–15 ноября 2018 года. – М.: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2018. – С. 30–32.
25. Зубцов В.А., Осипова Л.Л., Лебедева Т.И. Льняное семя, его состав и свойства // Российский химический журнал. – 2002. – Т. 46. – № 2. – С. 14–16.
26. Наумова Н.Л., Бец Ю.А. Химический состав и пищевая ценность семян льна и продуктов его переработки // Modern Science. – 2020. – № 11–4. – С. 27–33.
27. Kaushik P., Dowling K., McKnight S., Barrow C.J. [et al.]. Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate // Food Chemistry. – 2016. – V. 197. – P. 212–220.
28. Bernacchia R., Preti R., Vinci G. Chemical Composition and health benefits of flaxseed // Austin Journal of Nutrition and Food Sciences. – 2014. – V. 2 (8). – No 1045. – P. 1–9.
29. Katare C., Saxena S., Agrawal S., Prasad GBKS and Bisen P.S. Flax seed: A potential medicinal food // Journal of Nutrition & Food Sciences. – 2012. – V. 2 (1). – P. 1–8.
30. Rubilar M., Gutiérrez C., Verdugo M., Shene C. [et al.]. Flaxseed as a source of functional ingredients // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2010. – V. 10 (3). – P. 373–377.
31. Kaur P., Waghmare R., Kumar V., Rasane P. [et al.]. Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition // Oilseeds & Fats Crops and Lipids. – 2018. – V. 25 (3). – No A304. – P. 1–11.
32. Dzuvor C., Taylor J., Acquah C., Pan S. [et al.]. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed // Molecules. – 2018. – V. 23 (10). – No 2444. – P. 2–18.
33. Giacomino S., Penas E., Ferreyra V., Pellegrino N. [et al.]. Extruded Flaxseed Meal Enhances the Nutritional Quality of Cereal-based Products // Plant Foods for Human Nutrition. – 2013. – V. 68 (2). – P. 131–136.
34. Marambe Harsha K., J. Shand Phyllis J., Wanasundara Janitha P.D. Release of Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Peptides from Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) Protein under Simulated Gastrointestinal Digestion // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2011. – V. 59 (17). – P. 9596–9604.
35. Oomah B.D., Mazza G. Flaxseed proteins – a review // Food Chemistry. – 1993. – V. 48 (2). – P. 109–114.
36. Chung M.W.Y., Lei B., Li-Chan E.C.Y. Isolation and structural characterization of the major protein fraction from NorMan flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) // Food Chemistry. – 2005. – V. 90 (1–2). – P. 271–279.
37. Московенко Н.В., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Исследование химического состава различных сортов льна масличного и продуктов его переработки // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С. 372–378.
38. Семенова Е.Ф., Фадеева Т.М., Преснякова Е.В. Фармакологическая и пищевая ценность семян льна посевного *Linum usitatissimum* L. // Человек и его здоровье. – 2013. – № 2. – С. 117–124.
39. Поморова Ю.Ю., Пятковский В.В., Бескорвайный Д.В. [и др.] Общий химический и аминокислотный состав семян наиболее распространенных масличных культур семейства Brassicaceae (обзор) // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 3 (187). – С. 78–90.
40. Consultation FE. Dietari protein quality evaluation in human nutrition FAO Food and Nutrition Paper, 2013. – 66 p.
41. Зайцева Л.В. Роль различных жирных кислот в питании человека при производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2010. – № 10. – С. 60–63.
42. Перова Н.В., Метельская В.А., Соколов Е.И., Щукина Г.Н. [и др.]. Пищевые жирные кислоты. Влияние на риск болезней системы кровообращения // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2011. – Т. 7 (5). – С. 620–627.
43. Афанасьева В.А., Алферов С.В. Определение соотношения полиненасыщенных жирных кислот в пищевых маслах // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2018. – № 4. – С. 76–83.
44. Миневич И.Э. Функциональная значимость семян льна и практика их использования в пищевых технологиях // Health, Food & Biotechnology. – 2019. – Т. 1. – № 2. – С. 97–120.
46. Simopoulos A. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2002. – V. 56 (8). – P. 365–379.
47. Ипатов О.М., Прозоровская Н.Н., Баранова В.С., Гусева Д.А. Биологическая активность льняного масла как источника омега-3 альфа-линоленовой кислоты

ты // Биомедицинская химия. – 2004. – Т. 50. – № 1. – С. 25–43.

48. Синчихин С.П., Мамиев О.Б. Применение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в медицинской практике (обзор литературы) // Гинекология. – 2009. – Т. 11. – № 4. – С. 51–55.

49. Rodriguez-Leyva D., Bassett C.M.C., McCullough R., Pierce G.N. The cardiovascular effects of flaxseed and its omega-3 fatty acid, alpha-linolenic acid // Canadian Journal of Cardiology. – 2010. – V. 26 (9). – P. 489–496.

50. Борисенков М.Ф., Карманов А.П., Кочева Л.С. Физиологическая роль лигнинов // Успехи геронтологии. – 2005. – № 17. – С. 34–41.

51. Kajla P., Sharma A., Sood D.R. Flaxseed a potential functional food source // Journal of Food Science and Technology. – 2014. – V. 52 (4). – P. 1857–1871.

52. Пороховинова Е.А., Павлов А.В., Брач Н.Б., Морван К. Углеводный состав слизи из семян льна и его связь с морфологическими признаками // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 1. – С. 161–171.

53. Warrand J., Michaud P., Muller G. [et al.]. Large-scale purification of water-soluble polysaccharides from flaxseed mucilage, and isolation of a new anionic polymer // Chromatographia. – 2003. – V. 58. – No 5–6. – P. 331–335.

54. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Количественная и качественная оценка слизи семян масличных сортов льна *Linum usitatissimum* L. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – Вып. 2 (151–152). – С. 95–102.

55. Жарский И.М., Леонтьев В.Н., Туток В.В. [и др.]. Биологически активные лигнаны из семян льна // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 4. Химия и технология органических веществ. – Минск, 2005. – Вып. XIII. – С. 97–99.

56. Imran M., Ahmad N., Anjum F.M. [et al.]. Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside // Nutrition Journal. – 2015. – V. 14 (71). – P. 1–7.

57. Flower G., Fritz H., Balneaves L.G. [et al.]. Flax and breast cancer // Integrative Cancer Therapies. – 2013. – V. 13 (3). – P. 181–192.

58. Adolphe J.L., Whiting S.J., Juurlink B.H.J. [et al.]. Health effects with consumption of the flax lignan secoisolariciresinol diglucoside // British Journal of Nutrition. – 2009. – V. 103 (07). – P. 929–938.

59. Thompson L.U., Seidl M.M., Rickard S.E. [et al.]. Antitumorogenic effect of a mammalian lignan precursor from flaxseed // Nutrition and Cancer. – 1996. – V. 26 (2). – P. 159–165.

60. Westcott N.D., Muir A.D. Flax seed lignan in disease prevention and health promotion // Phytochemistry Reviews. – V. 2 (3). – 2003. – P. 401–417.

61. Долматова И.А., Зайцева Т.Н., Рябова В.Ф., Горелик О.В. Биологическая роль витаминов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2020. – Т. 11. – № 1. – С. 116–119.

62. Докучаева Е.А., Сяхович В.Э., Богданова Н.В. Общая биохимия: Витамины: практикум. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 52 с.

63. Смирнов В.А., Климочкин Ю.Н. Витамины и коферменты: учеб. пособ. Ч. 2. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 91 с.

64. Gutte K.B., Sahoo A.K., Ramveer R.C. Bioactive components of flaxseed and its health benefits // International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. – 2015. – V. 31. – P. 42–51.

65. Kozłowski R.M., Kregielczak A., Radu D.G. [et al.]. Flax seeds-source of biomedical and food products // Molecular Crystals and Liquid Crystals. – 2014. – V. 603. – P. 122–135.

66. Тармаева И.Ю., Боева А.В. Минеральные вещества, витамины: их роль в организме. Проблемы микронутриентной недостаточности: учебное пособие. – Иркутск: ИГМУ, 2014. – 89 с.

67. Parikh M., Maddaford T.G., Austria J.A. [et al.]. Dietary flaxseed as a strategy for improving human health // Nutrients. – 2019. – V. 11 (5). – No 1171. – P. 1–15.

## References

1. Zelentsov S.V. Istoriya kul'tury l'na v mire i Rossii // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 1 (169). – S. 93–103.

2. Pershakov A.Yu., Belkina R.I. Len maslichnyy – elementy tekhnologii i sorta (analiticheskiy obzor) // APK: innovatsionnye tekhnologii. – 2018. – № 1 (40). – S. 45–50.

3. Kosykh L.A. Len maslichnyy – kul'tura pishchevogo ispol'zovaniya (obzor) // Agrarnaya nauka. – 2021. – T. 353 (10). – S. 56–59.

4. Prudnikov A.D., Kuchumov A.V., Rybchenko T.I. [i dr.]. Potentsial l'nyanogo polya. – M.: Obschestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Nauchnyy konsul'tant», 2018. – 120 s.

5. Kutuzova S.N., Porokhovinova E.A., Pendinen G.I. Proiskhozhdenie i evolyutsiya *Linum usitatissimum* L. // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. – 2015. – T. 176. – № 4. – S. 436–455.

6. Porokhovinova E.A., Kutuzova S.N., Pavlov A.V. [i dr.]. Kolleksiya geneticheskikh resursov l'na Vserossiyskogo instituta geneticheskikh resursov rasteniy im. N.I. Vavilova // Pis'ma v Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. – 2021. – T. 7 (2). – S. 75–90.

7. Zelentsov S.V., Zelentsov V.S., Moshnenko E.V., Ryabenko L.G. Sovremennye predstavleniya o filogeneze i taksonomii roda *Linum* L. i l'na obyknovennogo (*Linum usitatissimum* L.) // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2016. – Vyp. 1 (156). – S. 106–121.

8. Kutuzova S.N., Chukhina I.G. Utochnenie vnutrividovoy klassifikatsii kul'turnogo l'na (*Linum usitatissimum* L.) metodami klassicheskoy genetiki // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. – 2017. – T. 178 (3). – S. 97–109.

9. Forpost maslichnoy otrasli Rossii: letopis' k 100-letiyu Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur imeni V.S. Pustovoyta (1912–2012 gg.) / V.M. Lukomets, N.I. Bochkarev, V.F. Baranov, A.A. Sviridov, S.D. Krokmal', M.V. Trunova, L.G. Shapovalova. – Krasnodar: GNU VNIIMK RASKhN, 2012. – S. 172–178.

10. Ryabenko L.G., Zelentsov V.S., Ovcharova L.R., Galkina G.G., Sklyarov S.V. Sort maslichnogo l'na Danik // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 141–142.

11. Ryabenko L.G., Zelentsov V.S., Ovcharova L.R., Galkina G.G., Sklyarov S.V. Sort maslichnogo l'na Nilin // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 143–144.

12. Zelentsov V.S., Ryabenko L.G., Zelentsov S.V., Ovcharova L.R., Sklyarov S.V. Sort maslichnogo l'na Y

117 // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 4 (176). – S. 181–184.

13. Ovcharova L.R., Zelentsov V.S., Ryabenko L.G., Galkina G.G., Sklyarov S.V., Zelentsov V.S., Moshnenko E.V. Sort maslichnogo l'na VNIIMK 620 FN // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 1 (177). – S. 146–149.

14. Ryabenko L.G., Zelentsov V.S., Ovcharova L.R., Galkina G.G., Sklyarov S.V., Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Sort maslichnogo l'na RFN // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 1 (177). – S. 143–145.

15. Ryabenko L.G., Zelentsov S.V., Ovcharova L.R., Zelentsov S.V., Sklyarov S.V., Moshnenko E.V. Zimuyushchiy sort maslichnogo l'na Snegurok // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Vyp. 4 (184). – S. 99–102.

16. Ryabenko L.G., Zelentsov V.S., Zelentsov S.V., Zelentsov S.V., Ovcharova L.R., Sklyarov S.V., Moshnenko E.V. Sort maslichnogo l'na Y 220 // Maslichnye kul'tury. – 2021. – Vyp. 4 (188). – S. 99–102.

17. Len maslichnyy i perspektivy ego vyrashchivaniya: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://vniimk.ru/press/smi-o-nas/len-maslichnyy-i-perspekti-vy-ego-vyrashchivaniya> (data obrashcheniya: 28.10.2022).

18. Minzhasova A.K., Loshkomoynikov I.A. Sort l'na maslichnogo Avgust // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 2 (170). – S. 115–116.

19. Posevnye ploshchadi po kulturam v 2020 godu. Lidery po prirostu i sokrashcheniyu: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://abcentre.ru/news/-posevnye-ploshchadi-po-kulturam-v-2020-godu-lidery-po-prirostu-i-sokrascheniyu> (data obrashcheniya: 26.10.2022).

20. Rynok sel'khozsyrya i prodovol'stviya Rossii. Itogi za 2021 god i perspektivy na 2022 god: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ab-cent-re.ru/news/rynok-sel'khozsyrya-i-prodovol'stviya-rossii-itogi-za-2021-god-i-perspektivy-na-2022-god> (data obrashcheniya: 26.10.2022).

21. Ivanova E.V., Andronik E.L., Batyukov D.A. Len maslichnyy: vedushchie proizvoditeli i rynek proizvodstva (obzor) // Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – 2022. – № 3. – S. 69–75.

22. Chigirev M.D., Nesina V.T., Krasina I.V., Parsanov A.S. Natural'nye volokna rastitel'nogo proiskhozhdeniya v sovremennoy legkoy promyshlennosti // Sb. st. Noveye tekhnologii i materialy legkoy promyshlennosti: XVI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s elementami nauchnoy shkoly dlya studentov i molodykh uchennykh, Kazan', 19–23 maya 2020 goda. – Kazan': Kazanskiy natsional'nyy issledovatel'skiy tekhnologicheskii universitet, 2020. – S. 473–479.

23. Butko T.V., Pay S.V. Issledovanie lechebnykh svoystv prirodnykh volokon dlya razrabotki syr'evykh kompozitsiy ekologicheskoy odezhdyy // Ergodizayn kak innovatsionnaya tekhnologiya proektirovaniya izdeliy i predmetno-prostranstvennoy sredy: inklyuzivnyy aspekt: sbornik nauchnykh trudov. – M.: FGBOU VO «Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet imeni A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizayn. Iskusstvo)», 2019. – S. 75–80.

24. Grishanova S.S. Perspektivnoe napravlenie ispol'zovaniya l'na // Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018): sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauch.-tekh. konf., Moskva, 14–15 noyabrya 2018 goda. – M.: FGBOU VO

«Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet imeni A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizayn. Iskusstvo)», 2018. – S. 30–32.

25. Zubtsov V.A., Osipova L.L., Lebedeva T.I. L'nyanoe semya, ego sostav i svoystva // Rossiyskiy khimicheskii zhurnal. – 2002. – T. 46. – № 2. – S. 14–16.

26. Naumova N.L., Bets Yu.A. Khimicheskii sostav i pishcheyaya tsennost' semyan l'na i produktov ego pererabotki // Modern Science. – 2020. – № 11–4. – S. 27–33.

27. Kaushik P., Dowling K., McKnight S., Barrow C.J. [et al.]. Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate // Food Chemistry. – 2016. – V. 197. – P. 212–220.

28. Bernacchia R., Preti R., Vinci G. Chemical Composition and health benefits of flaxseed // Austin Journal of Nutrition and Food Sciences. – 2014. – V. 2 (8). – No 1045. – P. 1–9.

29. Katare C., Saxena S., Agrawal S., Prasad GBKS and Bisen P.S. Flax seed: A potential medicinal food // Journal of Nutrition & Food Sciences. – 2012. – V. 2 (1). – R. 1–8.

30. Rubilar M., Gutiérrez C., Verdugo M., Shene C. [et al.]. Flaxseed as a source of functional ingredients // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2010. – V. 10 (3). – P. 373–377.

31. Kaur P., Waghmare R., Kumar V., Rasane P. [et al.]. Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition // Oilseeds & Fats Crops and Lipids. – 2018. – V. 25 (3). – No A304. – P. 1–11.

32. Dzuovor C., Taylor J., Acquah C., Pan S. [et al.]. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed // Molecules. – 2018. – V. 23 (10). – No 2444. – P. 2–18.

33. Giacomino S., Penas E., Ferreyra V., Pellegrino N. [et al.]. Extruded Flaxseed Meal Enhances the Nutritional Quality of Cereal-based Products // Plant Foods for Human Nutrition. – 2013. – V. 68 (2). – P. 131–136.

34. Marambe Harsha K., J. Shand Phyllis J., Wanasundara Janitha P.D. Release of Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Peptides from Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) Protein under Simulated Gastrointestinal Digestion // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2011. – V. 59 (17). – P. 9596–9604.

35. Oomah B.D., Mazza G. Flaxseed proteins – a review // Food Chemistry. – 1993. – V. 48 (2). – P. 109–114.

36. Chung M.W.Y., Lei B., Li-Chan E.C.Y. Isolation and structural characterization of the major protein fraction from NorMan flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) // Food Chemistry. – 2005. – V. 90 (1–2). – P. 271–279.

37. Moskovenko N.V., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. Issledovanie khimicheskogo sostava razlichnykh sortov l'na maslichnogo i produktov ego pererabotki // APK Rossii. – 2020. – T. 27. – № 2. – S. 372–378.

38. Semenova E.F., Fadeeva T.M., Presnyakova E.V. Farmakologicheskaya i pishcheyaya tsennost' semyan l'na posevnogo *Linum usitatissimum* L. // Chelovek i ego zdorov'e. – 2013. – № 2. – S. 117–124.

39. Pomorova Yu.Yu., Pyatovskiy V.V., Beskorovaynyy D.V. [i dr.] Obshchiy khimicheskii i aminokislotnyy sostav semyan naibolee rasprostranennykh maslichnykh kul'tur semeystva Brassicaceae (obzor) // Maslichnye kul'tury. – 2021. – Vyp. 3 (187). – S. 78–90.

40. Sontology FE. Dietari protein quality evaluation in human nutrition FAO Food and Nutrition Paper, 2013. – 66 p.

41. Zaytseva L.V. Rol' razlichnykh zhirnykh kislot v pitanii cheloveka pri proizvodstve pishchevykh produktov // Pishchevaya promyshlennost'. – 2010. – № 10. – S. 60–63.
42. Perova N.V., Metel'skaya V.A., Sokolov E.I., Shchukina G.N. [i dr.]. Pishchevye zhirnye kisloty. Vliyaniye na risk bolezney sistemy krovoobrashcheniya // Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii. – 2011. – T. 7 (5). – S. 620–627.
43. Afanas'eva V.A., Alferov S.V. Opredelenie sootnosheniya polinenasyshchennykh zhirnykh kislot v pishchevykh maslakh // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. – 2018. – № 4. – S. 76–83.
44. Minevich I.E. Funktsional'naya znachimost' semyan l'na i praktika ikh ispol'zovaniya v pishchevykh tekhnologiyakh // Health, Food & Biotechnology. – 2019. – T. 1. – № 2. – S. 97–120.
45. Simopoulos A. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2002. – V. 56 (8). – P. 365–379.
46. Ipatova O.M., Prozorovskaya N.N., Baranova V.S., Guseva D.A. Biologicheskaya aktivnost' l'nyanogo masla kak instochnika omega-3 al'fa-linolenovoy kisloty // Biomeditsinskaya khimiya. – 2004. – T. 50. – № 1. – S. 25–43.
47. Sinchikhin S.P., Mamiev O.B. Primeneniye omega-3 polinenasyshchennykh zhirnykh kislot v meditsinskoj praktike (obzor literatury) // Ginekologiya. – 2009. – T. 11. – № 4. – С. 51–55.
48. Rodriguez-Leyva D., Bassett C.M.C., McCullough R., Pierce G.N. The cardiovascular effects of flaxseed and its omega-3 fatty acid, alpha-linolenic acid // Canadian Journal of Cardiology. – 2010. – V. 26 (9). – P. 489–496.
49. Borisenkov M.F., Karmanov A.P., Kocheva L.S. Fiziologicheskaya rol' ligninov // Uspekhi gerontologii. – 2005. – № 17. – S. 34–41.
50. Kajla P., Sharma A., Sood D.R. Flaxseed a potential functional food source // Journal of Food Science and Technology. – 2014. – V. 52 (4). – P. 1857–1871.
51. Porokhovina E.A., Pavlov A.V., Brach N.B., Morvan K. Uglevodnyy sostav slizi iz semyan l'na i ego svyaz' s morfologicheskimi priznakami // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. – 2017. – T. 52. – № 1. – S. 161–171.
52. Warrand J., Michaud P., Muller G. [et al.]. Large-scale purification of water-soluble polysaccharides from flaxseed mucilage, and isolation of a new anionic polymer // Chromatographia. – 2003. – V. 58. – No 5–6. – P. 331–335.
53. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Kolichestvennaya i kachestvennaya otsenka slizey semyan maslichnykh sortov l'na *Linum usitatissimum* L. // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2012. – Vyp. 2 (151–152). – S. 95–102.
54. Zharskiy I.M., Leont'ev V.N., Titok V.V. [i dr.]. Biologicheski aktivnye lignany iz semyan l'na // Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya 4. Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv. – Minsk, 2005. – Vyp. XIII. – S. 97–99.
55. Imran M., Ahmad N., Anjum F.M. [et al.]. Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside // Nutrition Journal. – 2015. – V. 14 (71). – P. 1–7.
56. Flower G., Fritz H., Balneaves L.G. [et al.]. Flax and breast cancer // Integrative Cancer Therapies. – 2013. – V. 13 (3). – P. 181–192.
57. Adolphe J.L., Whiting S.J., Juurlink B.H.J. [et al.]. Health effects with consumption of the flax lignan secoisolariciresinol diglucoside // British Journal of Nutrition. – 2009. – V. 103 (07). – P. 929–938.
58. Thompson L.U., Seidl M.M., Rickard S.E. [et al.]. Antitumorigenic effect of a mammalian lignan precursor from flaxseed // Nutrition and Cancer. – 1996. – V. 26 (2). – P. 159–165.
59. Westcott N.D., Muir A.D. Flax seed lignan in disease prevention and health promotion // Phytochemistry Reviews. – V. 2 (3). – 2003. – P. 401–417.
60. Dolmatova I.A., Zaytseva T.N., Ryabova V.F., Gorelik O.V. Biologicheskaya rol' vitaminov // Aktual'nye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya. – 2020. – T. 11. – № 1. – S. 116–119.
61. Dokuchaeva E.A., Syakhovich V.E., Bogdanova N.V. Obshchaya biokhimiya: Vitaminy: praktikum. – Minsk: IVTs Minfina, 2017. – 52 c.
62. Smirnov V.A., Klimochkin Yu.N. Vitaminy i kofermenty: ucheb. posob. Ch. 2. – Samara: Samar. gos. tekhnol. un-t, 2008. – 91 s.
63. Gutte K.B., Sahoo A.K., Ranveer R.C. Bioactive components of flaxseed and its health benefits // International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. – 2015. – V. 31. – P. 42–51.
64. Kozłowski R.M., Kręgielczak A., Radu D.G. [et al.]. Flax seeds-source of biomedical and food products // Molecular Crystals and Liquid Crystals. – 2014. – V. 603. – P. 122–135.
65. Tarmaeva I.Yu., Boeva A.V. Mineral'nye veshchestva, vitaminy: ikh rol' v organizme. Problemy mikronutrientnoy nedostatochnosti: uchebnoe posobie. – Irkutsk: IGMU, 2014. – 89 s.
66. Parikh M., Maddaford T.G., Austria J.A. [et al.]. Dietary flaxseed as a strategy for improving human health // Nutrients. – 2019. – V. 11 (5). – No 1171. – P. 1–15.

## Сведения об авторах

**Ю.Ю. Поморова**, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. тех. наук  
**С.К. Овсепян**, аналитик  
**Ю.М. Серова**, науч. сотр.

*Получено/Received*

08.12.2022

*Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed*

09.01.2023

*Получено после доработки/Manuscript revised*

24.01.2023

*Принято/Accepted*

23.03.2023

*Manuscript on-line*

30.05.2023