

А. А. Богачев, Н. А. Гаврилова,
Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова, Т. А. Пономарева

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО И ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА СЕМЯН ЛЬНА ПОСЕВНОГО

Аннотация.

Актуальность и цели. Лен посевной (обыкновенный) – *Linum usitatissimum* L. сем. Льновые – Linaceae, широко применяется в традиционной медицине. Основной группой биологически активных соединений (БАС) в семенах льна посевного являются жирные кислоты, в том числе линолевая, линоленовая и олеиновая. Благодаря наличию таких полиненасыщенных жирных кислот (омега кислоты) семена льна оказывают широкий спектр фармакологических эффектов: гипохолестеринемический, противовоспалительный, антиоксидантный. В настоящее время получено большое количество новых сортов льна, семена которых имеют значительные отличия. В современной медицине семена льна используются как источники полисахаридов, при этом не учитываются жирно-кислотный состав и соотношение омега-6 и омега-3 полиненасыщенных жирных кислот. В последнее десятилетие выведено большое количество новых сортов с различным аминокислотным и жирно-кислотным составом, содержание данных биологически активных соединений недостаточно изучено. В связи с этим представляется актуальным исследование жирно-кислотного состава льна посевного семян. Цель исследования – изучить компонентный и жирно-кислотный состав семян современных сортов льна посевного.

Материалы и методы. В качестве материала для исследования использовали образцы порошкового сырья льна шести сортов: Исток, Линола +, Северный, Брестский, Карабалыкский, Белочка. Содержание жира определяли в аппаратах Сокслета (метод обезжиренного остатка); содержание протеина – методом титрования в аппарате Кьельдаля; содержание клетчатки – по Геннебергу и Штоману в модификации ЦИНАО; содержание фосфора – путем озоления по Пиневиц в модификации Куркаева спектрофотометрическим методом при длине волны 670 нм. Изучение жирно-кислотного состава масла семян льна проводили методом газожидкостной хроматографии после предварительного перевода жирных кислот в метиловые эфиры по методике ГОСТ 31665–2012.

Результаты. В результате проведенного анализа было выявлено, что семена льна отличаются масличностью и содержанием протеина, суммарное количество которых варьируется в среднем от 55 до 75 % от общей массы. Максимальное количество протеина отмечено в семенах сортов Линола + (25,97 %), Белочка (25,10 %), а жирного масла – в семенах сортов Исток (46,52 %), Северный (45,17 %), Брестский (44,25 %). Были идентифицированы 16 жирных кислот и установлены их количественные доли. В одинаковых условиях выращивания содержание основных жирных кислот в семенах льна сортоспецифично по количественному соотношению полиненасыщенных жирных кислот.

В целом масло, полученное из семян льна, характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (75–90 %), в том числе полиненасыщенных (60–80 %). Из ненасыщенных (непредельных) жирных кислот преобладают линоленовая, линолевая, олеиновая; из предельных – пальмитиновая.

Выводы. Семена льна обладают высокой пищевой ценностью, обусловленной повышенным содержанием протеина и жирного масла, суммарное количество которых составляет 60–75 %. Наибольшей масличностью обладают семена сортов: Исток (46,52 %), Северный (45,17 %) и Брестский (44,25 %). Наибольшее количество клетчатки содержит сырье масличного льна сортов: Брестский (10,91 %), Карабалькский (11,60 %), Белочка (11,70 %). По содержанию пальмитиновой кислоты лидирует масло сорта Линола + (6,682 %), стеариновой – сорта Брестский (5,862 %), олеиновой – сорта Белочка (27,987 %), линолевой – сорта Исток (69,161 %), линоленовой – сорта Брестский (55,637 %).

Ключевые слова: семена льна, химический состав, масло, жирные кислоты.

*A. A. Bogachev, N. A. Gavrilova,
E. E. Kurdyukov, E. F. Semenova, T. A. Ponomareva*

COMPARATIVE STUDY OF COMPONENT AND FATTY-ACID COMPOSITION OF FLAX SEEDS

Abstract.

Background. Flax seed – *Linum usitatissimum* L. family. Flax – *Linaceae*, widely used in traditional medicine. The main group of biologically active compounds (BAS) are fatty acids, including linoleic, linolenic and oleic. Due to the presence of polyunsaturated fatty acids (omega acids), it has a wide range of pharmacological effects: hypocholesterolemic, anti-inflammatory, and antioxidant. Currently, a large number of new flax varieties have been obtained, the seeds of which have significant differences. In modern medicine, flax seeds are used as sources of polysaccharides, while not taking into account the fatty acid composition and the ratio of ω -6 and ω -3 polyunsaturated fatty acids. In the last decade, a large number of new varieties with different amino acid and fatty acid composition have been developed, and the content of these biologically active compounds has not been sufficiently studied. In this regard, it seems relevant to study the fatty acid composition of flax seeds. Objective – to study the component and fatty-acid composition of seeds of modern varieties of flax seed.

Materials and methods. As a material for the study, samples of powdered raw flax of six varieties were used: Istok, linola +, Severny, Brestsky, Karabalyksky, Belochka. Fat content was determined in the Soxhlet apparatus method (skim balance); protein – titration in the Kjeldahl apparatus; fiber – to Henneberg and Shimano in the modification of TIN; phosphorus content – by combustion at Pinevich modification Kurchaeva spectrophotometrically at a wavelength of 670 nm. The study of the fatty acid composition of flax seed oil was performed by gas-liquid chromatography after preliminary conversion of fatty acids to methyl esters according to GOST 31665–2012.

Results. As a result of the analysis, it was found that flax seeds differ in oil content and protein content, the total number of which varies on average from 55 to 75 % of the total weight. The maximum amount of protein was found in the raw materials of Linol + (25,97 %), Belochka (25,10 %) and fatty oil – Istok (46,52 %), Severny (45,17 %), and Brest (44,25 %) varieties. Sixteen fatty acids were identified and their quantitative composition was established. Under the same growing condi-

tions, the content of basic fatty acids is varietally specific with a different ratio of polyunsaturated fatty acids. The oil is characterized by a high content of unsaturated fatty acids (75–90 %), including polyunsaturated (60–80 %). From unsaturated fatty acids, linolenic, linoleic, and oleic acids predominate; from marginal ones, palmitic.

Conclusions. Flax seeds have a high nutritional value due to the high content of protein and fatty oil, the total amount of which is 60–75 %. The seeds of the following varieties have the highest oil content: Istok (46,52 %), Severny (45,17 %), and Brestsky (44,25 %). The largest amount of fiber contains raw oilseed flax varieties: Brest (10,91 %), Karabalyk (11,60 %), Belochka (11,70 %). In terms of palmitic acid content, the leading fatty oil is Linola + (6,682 %), stearic – Brest (5,862 %), oleic – Belochka (27,987 %), linoleic – Istok (69,161 %), linolenic – Brest (55,637 %).

Keywords: flax seeds, chemical composition, oil, fatty acid.

Состав и влияние семян льна и продуктов их переработки на организм человека изучают многие ученые из разных стран. Пищевую ценность семян льна определяют жиры, витамины, минеральные вещества, пентозаны и пищевые волокна [1–6]. Однако такие биологически активные соединения, как жирные кислоты и аминокислоты, содержащиеся в семенах льна, пока недостаточно исследованы. В частности, не изучено варьирование содержания жирных кислот в масле семян льна различных сортов. Установлено, что различия в соотношении полиненасыщенных жирных кислот в масле семян льна влияют на его фармакологический эффект [7–11]. В связи с этим представляется актуальным исследование компонентного состава семян и жирно-кислотного состава масла семян льна посевного.

Материалы и методы

В качестве материала для исследования использовали порошковые семена льна шести сортов: Исток, Карабалькский, Северный, Линола +, Брестский, Белочка (табл. 1). Для анализа отбирали по пять образцов каждого сорта.

Определение химического состава сырья осуществляли общепринятыми методиками: методом обезжиренного остатка в аппаратах Сокслета определяли содержание жира; методом титрования в аппарате Кьельдаля определяли содержание протеина; содержание фосфора – путем озоления по Пиневич в модификации Куркаева спектрофотометрическим методом при длине волны 670 нм; содержание клетчатки – по Геннебергу и Штоману в модификации ЦИНАО [12]. Все измерения проведены в пятикратных аналитических повторностях.

Изучение жирно-кислотного состава масла семян льна проводили методом газожидкостной хроматографии после предварительного перевода жирных кислот в метиловые эфиры по методике ГОСТ 31665–2012 [13–16] (рис. 1). Все исследования жирно-кислотного состава масла семян льна проведены в трехкратных аналитических повторностях (табл. 2).

Статистическую обработку результатов экспериментального исследования проводили с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0 и BIOSTAT. Достоверность различий рассчитана с помощью *t*-критерия Стьюдента. Критическая величина уровня значимости принята равной 0,05. Во всех данных, приведенных в статье, количественные показатели выражены в виде $M \pm m$.

Таблица 1

Химический состав семян льна шести сортов, % ($M \pm m$)

Сорт	Протеин	Фосфор	Жирное масло	Клетчатка	Общая зола	Зола, не растворимая в HCl	Влажность сырья
Исток	21,21 ± 0,09	0,56 ± 0,05	46,52 ± 0,09*	8,42 ± 0,06	3,95 ± 0,12	0,37 ± 0,04	6,31 ± 0,02
Северный	20,72 ± 0,12	0,58 ± 0,04	45,17 ± 0,08*	10,17 ± 0,05	3,20 ± 0,05	0,42 ± 0,03	5,71 ± 0,03
Линола +	25,97 ± 0,04*	0,59 ± 0,04	43,52 ± 0,09*	9,21 ± 0,06	4,21 ± 0,05	0,42 ± 0,04	5,82 ± 0,03
Брестский	24,67 ± 0,07*	0,67 ± 0,05*	44,25 ± 0,10*	10,91 ± 0,07	3,86 ± 0,09	0,39 ± 0,05	5,93 ± 0,02
Карабальдский	21,30 ± 0,10	0,55 ± 0,06	36,15 ± 0,11	11,60 ± 0,05*	3,87 ± 0,09	0,40 ± 0,04	6,12 ± 0,04
Белочка	25,10 ± 0,03*	0,52 ± 0,07	34,50 ± 0,012	11,70 ± 0,08*	4,01 ± 0,06	0,41 ± 0,07	6,10 ± 0,05

Примечание. * Различия достоверны при $p \leq 0,05$.

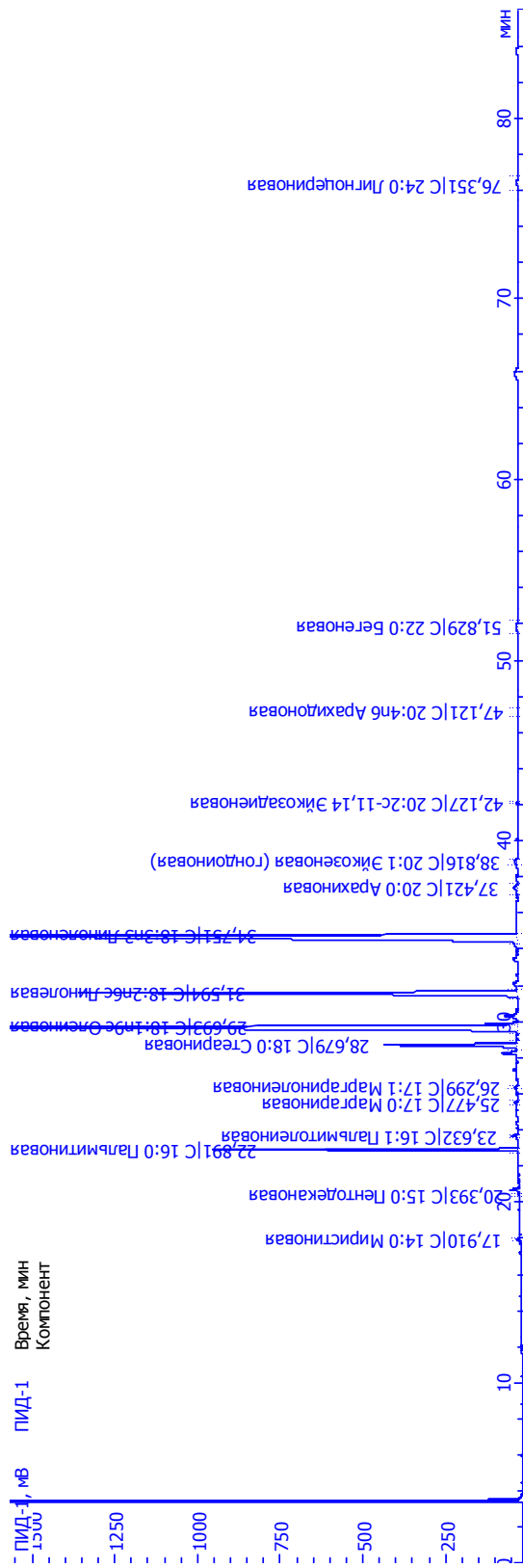


Рис. 1. Хроматограмма масла семян льна

Таблица 2

Жирно-кислотный состав масла в семенах льна, % ($M \pm m$)

Название ЖК	Сорт							
	Лянола +	Исток	Карабалькский	Северный	Брестский	Белочка		
Миристиновая C_{14}^0	0,05 ± 0,014	0,05 ± 0,015	0,04 ± 0,012	0,04 ± 0,010	0,03 ± 0,012	0,04 ± 0,014		
Пентадекановая C_{15}^0	0,02 ± 0,012	0,02 ± 0,014	0,02 ± 0,011	0,02 ± 0,011	0,02 ± 0,012	0,02 ± 0,011		
Пальмитиновая C_{16}^0	6,68 ± 0,021*	6,55 ± 0,025*	5,49 ± 0,023	5,62 ± 0,026	4,93 ± 0,021	5,05 ± 0,028		
Стеариновая C_{18}^0	4,45 ± 0,022	3,99 ± 0,027	3,84 ± 0,021	4,01 ± 0,025	5,86 ± 0,029*	3,69 ± 0,012		
Пальмитолеиновая C_{16}^1	0,11 ± 0,013*	0,10 ± 0,012	0,08 ± 0,012	0,06 ± 0,014	0,06 ± 0,012	0,05 ± 0,011		
Мargarиновая C_{17}^1	0,07 ± 0,011	0,06 ± 0,011	0,07 ± 0,012	0,06 ± 0,010	0,07 ± 0,014	0,06 ± 0,012		
Мargarинолеиновая C_{17}^1	0,05 ± 0,014	0,04 ± 0,012	0,04 ± 0,010	0,05 ± 0,016	0,05 ± 0,012	0,04 ± 0,012		
Олеиновая C_{18}^1	17,45 ± 0,414	14,88 ± 0,446	18,71 ± 0,517	19,84 ± 0,562*	17,99 ± 0,483	27,99 ± 0,512*		
Линоленовая C_{18}^3	4,08 ± 0,034	4,54 ± 0,032	54,49 ± 0,541*	54,03 ± 0,421*	55,64 ± 0,141*	48,03 ± 0,123*		
Арахидиновая C_{20}^0	0,14 ± 0,012	0,12 ± 0,014	0,12 ± 0,010	0,13 ± 0,011	0,17 ± 0,011*	0,15 ± 0,013		
Линолевая C_{18}^2	66,36 ± 0,913*	69,16 ± 0,962*	14,64 ± 0,372	15,53 ± 0,437	14,78 ± 0,326	14,10 ± 0,218		
Гондиновая C_{20}^1	0,13 ± 0,010	0,13 ± 0,011	0,18 ± 0,022*	0,13 ± 0,081	0,14 ± 0,091	0,24 ± 0,151*		
Эйкозадиевая C_{20}^2	0,06 ± 0,012*	0,06 ± 0,011*	0,04 ± 0,013	0,02 ± 0,011	0,03 ± 0,010	0,03 ± 0,011		
Арахидиновая C_{20}^4	0,04 ± 0,011	сл.	0,05 ± 0,014	0,04 ± 0,015	0,06 ± 0,013	0,05 ± 0,011		
Бегеновая C_{22}^0	0,16 ± 0,012*	0,15 ± 0,015*	0,09 ± 0,018	0,11 ± 0,019	0,09 ± 0,017	0,12 ± 0,018		
Лигноцериновая C_{24}^0	0,09 ± 0,021	0,16 ± 0,081*	0,09 ± 0,025	0,09 ± 0,019	0,09 ± 0,016	0,09 ± 0,017		

Примечание. * Различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Сравнительное изучение жирно-кислотного состава семян шести современных сортов льна обыкновенного как источника жирно-масличного сырья показало эффективное их использование в медицинской практике. Проведенный химический анализ показал, что семена изученных сортов льна содержат ряд биологически активных соединений, среди которых преобладают белки и жиры. Их суммарное количество составляет в среднем 64–70 % от общей массы семян (см. табл. 1). Максимальное количество протеина отмечено в семенном сырье сортов Линола + (25,97 %), Белочка (25,10 %), Брестский (24,67 %), а жирного масла – у сортов Исток (46,52 %), Северный (45,17 %), Брестский (44,25 %). Наибольшее количество клетчатки содержат семена сортов Брестский (10,91 %), Карабалыкский (11,60 %), Белочка (11,70 %).

В результате изучения жирно-кислотного состава липидов семян некоторых современных сортов льна было выявлено, что из ненасыщенных жирных кислот преобладают линоленовая и линолевая кислоты, относящиеся к омега-6 и омега-3 кислотам, а из насыщенных – пальмитиновая и стеариновая кислоты (см. рис. 1, табл. 2) [17, 18].

Одной из основных насыщенных кислот у изучаемых сортов льна является пальмитиновая кислота, участвующая в метаболизме жирных кислот. Содержание пальмитиновой кислоты варьируется от 4,93 % (Брестский) до 6,68 % (Линола +). Наибольшая вариация содержания жирных кислот наблюдалась у сортов с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, таких как линоленовая и линолевая кислоты. При этом отмечаются некоторые зависимости в содержании данных кислот. Сорта (например, Исток) с высоким содержанием линолевой кислоты (69,16 %) содержали, как правило, незначительное количество линоленовой кислоты (4,54 %). Отдельные жирные кислоты – арахидовая и гондоиновая – присутствовали в масле семян льна в незначительных количествах – до 0,24 %. Масло семян льна, содержащее значительное количество линолевой кислоты, устойчиво к быстрому окислению. И наоборот, высокое содержание линоленовой кислоты в семенах льна обуславливает низкую стойкость масла к окислению [17, 19]. Семена льна, содержащие большое количество полиненасыщенных жирных кислот, можно рекомендовать как гипохолестеринемическое средство.

Заключение

1. Методом газожидкостной хроматографии был определен жирно-кислотный состав масла семян льна современных сортов, характеризующийся присутствием 16 жирных кислот. Среди них доминировали линолевая – от 14,10 до 69,16 %, линоленовая – от 4,08 до 55,64 % и олеиновая кислота – от 14,88 до 27,99 %.

2. Наличие большой доли олеиновой, линолевой и эйкозеновой кислот в масле семян льна определяет актуальность его возделывания в лекарственном растениеводстве.

Библиографический список

1. **Курдюков, Е. Е.** Содержание омега-кислот в липидах семян льна / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова // Актуальные вопросы медицины : сб. науч. тр. XVIII меж-

- регион. науч. конф. памяти акад. Н. Н. Бурденко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – С. 135, 136.
2. **Пащенко, Л. П.** Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания / Л. П. Пащенко, А. С. Прохорова, Я. Ю. Кобцева, И. А. Никитин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 7. – С. 56, 57.
 3. **Фадеева, Т. М.** Липиды лекарственного сырья льна и определение липолитической активности / Т. М. Фадеева, Е. Е. Курдюков, О. В. Понкротова // Сборник научных статей V Республиканской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых «Проблемы и перспективы развития современной медицины» (г. Гомель, 7–8 мая 2013 г.) : в 4 т. – Гомель : ГомГМУ, 2013. – Т. 4. – С. 110–112.
 4. Characteristics of high alpha-linolenic acid accumulation in seed oils / S. Rao, M. Abdel-Reheem, R. Bhella, C. McCracken, D. Hildebrand // *Lipids*. – 2008. – Vol. 43. – P. 749–755.
 5. **Nykter, M.** Quality characteristics of edible linseed oil / M. Nykter, H. R. Kymäläinen // *Agricultural and Food Science*. – 2006. – Vol. 15. – P. 402–413.
 6. **Курдюков, Е. Е.** Фармакологическое действие лекарственного растительного сырья и препаратов на основе льна / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова // Материалы II Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Молодежь и наука: модернизация и инновационное развитие страны» (г. Пенза, 26–27 октября 2012 г.). – Москва : Информрегистр. Депозитарий электронных изданий, 2012. – С. 275–279.
 7. **Курдюков, Е. Е.** Определение микробиологической чистоты сырья льна и стевии / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова // Актуальные проблемы медицинской науки и образования (АПМНО-2017) : сб. ст. VI Междунар. науч. конф. (г. Пенза, 14–15 сентября 2017 г.) / редкол.: А. Н. Митрошин, С. М. Герашенко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 137–140.
 8. **Курдюков, Е. Е.** Фармакологически ценная форма льна культурного / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова, И. Я. Моисеева // Медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных : сб. ст. VIII науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. В. И. Струкова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – С. 110–112.
 9. О разработке биологически активной добавки к пище «Стелинол» / Е. Ф. Семенова, Т. М. Фадеева, Е. Е. Курдюков, С. Ю. Герасимова, Д. А. Кузнецова // III Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы медико-биологической и фармацевтической промышленности. Развитие инновационного и кадрового потенциала Пензенской области». – Москва : Информрегистр. Депозитарий электронных изданий, 2013. – С. 74–79.
 10. **Гусева, Д. А.** Сравнительный анализ льняного масла трех вариантов холодного отжима / Д. А. Гусева, Н. Н. Прозоровская, М. А. Санжаков, А. В. Широин // Масложировая промышленность. – 2011. – № 3. – С. 30–32.
 11. Фармакологическая и пищевая ценность семян льна культурного *Linum usitatissimum* L. / Е. Ф. Семенова, Т. М. Фадеева, Е. В. Преснякова, Е. Е. Курдюков, О. А. Водопьянова // IV Международный студенческий научный форум 2012. – Москва : РАЕ, 2012. – С. 1–9. – URL: www.rae.ru/forum2012
 12. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность : учеб. пособие / Е. П. Корнена, С. А. Калманович, Е. В. Мартовщук, Л. В. Терещук, В. И. Мартовщук, В. М. Поздняковский. – Новосибирск : Сибирское университетское изд-во, 2007. – 272 с. – (Экспертиза пищевых продуктов и продовольственного сырья).
 13. Хроматографический анализ жирнокислотного состава липидов – метод идентификации биологических объектов / В. Н. Леонтьев, В. В. Титок, В. П. Курченко, И. В. Федоренко, И. В. Лайковская, О. С. Игнатовец // Труды Белорусского госу-

- дарственного технологического университета. Сер. IV, Химия и технология органических веществ. – 2005. – Т. 1, № 4. – Вып. XIII. – С. 100–101.
14. ГОСТ 1129–2013. Масло подсолнечное. Техническое условие. – Москва, 2014.
15. **Шаповалова, Е. Н.** Хроматографические методы анализа / Е. Н. Шаповалова, А. В. Пирогов. – Москва : МГУ, 2010. – 109 с.
16. ГОСТ 31665–2012. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот. – Москва, 2012. – 8 с.
17. Состав жирных кислот семян льна (*Linum usitatissimum* L.) / А. В. Поляков, О. Ф. Чикризова, Л. В. Никитина, И. Рутковска-Краусе, М. Бискупский // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений : материалы III Междунар. науч.-производ. конф. (14–19 июня 2000 г.) / ред.: А. Ф. Блинохватов, А. Н. Кшникаткина. – Пенза, 2000. – С. 10–11.
18. **Аткинс, Р.** Жирные кислоты / Р. Аткинс // Биодобавки. Природная альтернатива лекарствам. – Москва, 2004. – С. 388–422.

References

1. Kurdyukov E. E., Semenova E. F. *Aktual'nye voprosy meditsiny: sb. nauch. tr. XVIII mezhregion. nauch. konf. pamyati akad. N. N. Burdenko* [Actual issues of medicine: proceedings of XVIII Interregional scientific conference commemorating academician N. N. Burdenko]. Penza: Izd-vo PGU, 2012, pp. 135, 136. [In Russian]
2. Pashchenko L. P., Prokhorova A. S., Kobtseva Ya. Yu., Nikitin I. A. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2004, no. 7, pp. 56, 57. [In Russian]
3. Fadeeva T. M., Kurdyukov E. E., Ponkratova O. V. *Sbornik nauchnykh statey V Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem studentov i molodykh uchenykh «Problemy i perspektivy razvitiya sovremennoy meditsiny» (g. Gomel', 7–8 maya 2013 g.): v 4 t.* [Proceedings of V Republican scientific and practical conference with international participation of students and young scientists “Issues and prospects for the development of modern medicine” (Gomel, May 7–8, 2013): in 4 volumes]. Gomel: GomGMU, 2013, vol. 4, pp. 110–112. [In Russian]
4. Rao S., Abdel-Reheem M., Bhella R., McCracken C., Hildebrand D. *Lipids*. 2008, vol. 43, pp. 749–755.
5. Nykter M., Kymäläinen H. R. *Agricultural and Food Science*. 2006, vol. 15, pp. 402–413.
6. Kurdyukov E. E., Semenova E. F. *Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh «Molodezh' i nauka: modernizatsiya i innovatsionnoe razvitie strany» (g. Penza, 26–27 oktyabrya 2012 g.)* [Proceedings of II International scientific and practical conference of students and young scientists “Youth and science: modernization and innovative development of the country” (Penza, October 26–27, 2012)]. Moscow: Informregistr. Depozitariy elektronnykh izdaniy, 2012, pp. 275–279. [In Russian]
7. Kurdyukov E. E., Semenova E. F. *Aktual'nye problemy meditsinskoj nauki i obrazovaniya (APMNO-2017): sb. st. VI Mezhdunar. nauch. konf. (g. Penza, 14–15 sentyabrya 2017 g.)* [Actual problems of medical science and education – 2017: proceedings of VI International scientific conference (Penza, September 14–15, 2017)]. Penza: Izd-vo PGU, 2017, pp. 137–140. [In Russian]
8. Kurdyukov E. E., Semenova E. F., Moiseeva I. Ya. *Meditsinskie tekhnologii v okhrane zdorov'ya zdorovykh, v diagnostike, lechenii i reabilitatsii bol'nykh: sb. st. VIII nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Medical technologies in the protection of health care, diagnosis, treatment and rehabilitation of patients: proceedings of VIII scientific and practical conference with international participation]. Penza: Izd-vo PGU, 2012, pp. 110–112. [In Russian]
9. Semenova E. F., Fadeeva T. M., Kurdyukov E. E., Gerasimova S. Yu., Kuznetsova D. A. *III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye problemy*

- mediko-biologicheskoy i farmatsevticheskoy promyshlennosti. Razvitie innovatsionnogo i kadrovogo potentsiala Penzenskoy oblasti»* [III International scientific and practical conference “Modern issues of biomedical and pharmaceutical industry. Development of innovative and human potential of the Penza region”]. Moscow: Informregistr. Depozitarniy elektronnykh izdaniy, 2013, pp. 74–79. [In Russian]
10. Guseva D. A., Prozorovskaya N. N., Sanzhakov M. A., Shironin A. V. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Oil and fat industry]. 2011, no. 3, pp. 30–32. [In Russian]
 11. Semenova E. F., Fadeeva T. M., Presnyakova E. V., Kurdyukov E. E., Vodop'yanova O. A. *IV Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy forum 2012* [IV International student scientific forum 2012]. Moscow: RAE, 2012, pp. 1–9. Available at: www.rae.ru/forum2012 [In Russian]
 12. Kornena E. P., Kalmanovich S. A., Martovshchuk E. V., Tereshchuk L. V., Martovshchuk V. I., Pozdnyakovskiy V. M. *Ekspertiza masel, zhirov i produktov ikh pererabotki. Kachestvo i bezopasnost': ucheb. posobie* [Examination of oils, fats and products of their processing. Quality and safety: teaching aid]. Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izd-vo, 2007, 272 p. (Ekspertiza pishchevykh produktov i prodovol'stvennogo syr'ya). [In Russian]
 13. Leont'ev V. N., Titok V. V., Kurchenko V. P., Fedorenko I. V., Laykovskaya I. V., Ignatovets O. S. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. IV, Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv* [Proceedings of Belorussian State Technological University. Series IV, Chemistry and technology of organic substances]. 2005, vol. 1, no. 4, iss. XIII, pp. 100–101. [In Russian]
 14. *GOST 1129–2013. Maslo podsolnechnoe. Tekhnicheskoe uslovie* [Sunflower-seed oil. Technical condition]. Moscow, 2014. [In Russian]
 15. Shapovalova E. N., Pirogov A. V. *Khromatograficheskie metody analiza* [Chromatographic analysis methods]. Moscow: MGU, 2010, 109 p. [In Russian]
 16. *GOST 31665–2012. Masla rastitel'nye i zhiry zhiivotnye. Poluchenie metilovykh efirov zhirnykh kislot* [State Standard 31665–2012. Vegetable oils and animal fats. Obtaining methyl esters of fatty acids]. Moscow, 2012, 8 p. [In Russian]
 17. Polyakov A. B., Chikrizova O. F., Nikitina L. V., Rutkovska-Krause I., Biskupskiy M. *Introduktsiya netraditsionnykh i redkikh sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: materialy III Mezhdunar. nauch.-proizvod. konf. (14–19 iyunya 2000 g.)* [Introduction of unconventional and rare agricultural plants: proceedings of III International scientific and manufacturing conference (June 14–19, 2000)]. Penza, 2000, pp. 10–11. [In Russian]
 18. Atkins R. *Biodobavki. Prirodnaya al'ternativa lekarstvam* [Supplements. Natural alternative to medication]. Moscow, 2004, pp. 388–422. [In Russian]

Богачев Андрей Александрович

студент, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: Skromnyy94@bk.ru

Bogachev Andrey Aleksandrovich

Student, Penza State University (40, Krasnaya street, Penza, Russia)

Гаврилова Наталья Александровна

студентка, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: Natashagavril121314@icloud.com

Gavrilova Natal'ya Aleksandrovna

Student, Penza State University (40, Krasnaya street, Penza, Russia)

Курдюков Евгений Евгеньевич

кандидат фармацевтических наук,
старший преподаватель, кафедра общей
и клинической фармакологии,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru

Kurdyukov Evgeniy Evgen'evich

Candidate of pharmaceutical sciences,
senior lecturer, sub-department of general
and clinical pharmacology, Penza State
University (40, Krasnaya street, Penza,
Russia)

Семенова Елена Федоровна

кандидат биологических наук,
профессор, старший научный сотрудник,
кафедра общей и клинической
фармакологии, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: sef1957@mail.ru

Semenova Elena Fedorovna

Candidate of biological sciences, professor,
senior staff scientist, sub-department of
general and clinical pharmacology, Penza
State University (40, Krasnaya street,
Penza, Russia)

Пономарева Татьяна Андреевна

студентка, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: tanecha2016@gmail.com

Ponomareva Tat'yana Andreevna

Student, Penza State University
(40, Krasnaya street, Penza, Russia)

Образец цитирования:

Сравнительное изучение компонентного и жирно-кислотного состава семян льна посевного / А. А. Богачев, Н. А. Гаврилова, Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова, Т. А. Пономарева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 1 (29). – С. 12–22. – DOI 10.21685/2307-9150-2020-1-2.