

УДК 663.854.78

UDC 663.854.78

**ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НОВЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ЛЬНА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МАСЛА В СЕМЕНАХ ПРИ ХРАНЕНИИ**

**THE INFLUENCE OF PECULIARITIES OF NEW SELECTED FLEX VARIETIES ON QUALITY INDICES OF OIL IN SEED DURING THEIR STORAGE**

Мустафаев Сергей Кязимович  
д.т.н., профессор  
*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия*

Mustafayev Sergey Kyazimovich  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia*

Ефименко Сергей Григорьевич  
к.б.н.

Efimenko Sergey Grigorievich  
Cand.Biol.Sci.

Моруженко Елена Александровна  
*Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур, Краснодар, Россия*

Morugenko Elena Aleksandrovna  
*All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar, Russia*

В статье исследовано содержание и жирнокислотный состав масла из семян льна традиционного сорта ВНИИМК-630 и нового селекционного сорта Сюрприз. Проведён сравнительный анализ содержания и фракционного состава токоферолов в маслах из семян этих сортов. Изучены изменения кислотного и перекисного чисел масла при хранении семян льна в сухом состоянии

In this article we have investigated fatty acid composition of oil made of flex seeds of VNIIMK-630 traditional variety and new selected SURPRISE variety. The comparative analysis of composition and factional composition of tocopherol in oil made of these seed varieties has been carried out. We studied changes in acid and peroxidation numbers when flex seeds are stored in the dry condition

Ключевые слова: СЕМЕНА ЛЬНА, СЕЛЕКЦИЯ, НОВЫЙ СОРТ, ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ, ТОКОФЕРОЛ, ХРАНЕНИЕ, КАЧЕСТВО МАСЛА

Keywords: FLAX SEEDS, SELECTION, NEW VARIETY, FATTY ACID COMPOSITION, TOCOPHEROL, STORAGE, QUALITY OF OIL

В триацилглицеролах масла, содержащегося в традиционных сортах семян льна, основной полиненасыщенной жирной кислотой, доля которой может достигать 64-66%, является альфа-линоленовая, относящаяся к семейству омега-3 [1,2]. Далее в порядке убывания по содержанию в жирнокислотном составе триацилглицеролов идут мононенасыщенная олеиновая омега-9 кислота (14,3-22,4%) и полиненасыщенная омега-6 линолевая кислота (12,4-13,4%) [1]. Наибольшей биологической активностью обладают полиненасыщенные кислоты омега-6 и омега-3, которые должны поступать в организм человека не только в необходимом количестве, но и в определённом соотношении, зависящем от состояния здоровья, возраста, рода деятельности и других условий [3-5]. Обобщённая рекомендация соотношения полиненасыщенных жирных кислот омега-6:омега-3 составляет (5-10):1 для здорового питания и (3-5):1 при

некоторых заболеваниях. Следовательно, в триацилглицеролах льняного масла из семян традиционных сортов льна содержание альфа-линоленовой кислоты существенно превышает данные рекомендации, следствием чего является также неустойчивость этого масла к окислительным изменениям при хранении, так как с увеличением степени ненасыщенности скорости образования радикалов жирных кислот с последующим взаимодействии их с кислородом существенно возрастают [6].

В связи с этим из традиционных сортов семян льна в основном получают масло, идущее на технические цели – производство олиф, лаков, красок, линолеума. Только незначительная часть льняного масла из семян традиционных сортов, полученная исключительно холодным прессованием, может применяться в пищевых и лечебных целях при ограничении срока его хранения по сравнению с другими растительными маслами из-за повышенной способности к окислению. Поэтому селекция на создание сортов льна, дающих не техническое, а пищевое масло, направлена на понижение содержания альфа-линоленовой кислоты до пределов соотношения омега-6/омега-3 кислот, рекомендованных институтом питания РАМН для здорового или лечебного питания, указанных выше. Вследствие этой работы диапазоны генотипической изменчивости содержания жирных кислот в масле семян селекционных линий изменились [7], выведены сорта льна, характеризующиеся низким содержанием альфа-линоленовой кислоты, такие как Иволга, Лиол [3], К-2001 [8] и новый сорт Сюрприз селекции ВНИИМКа [9]. Создание линий льна с низким содержанием альфа-линоленовой кислоты, известных как Solin или Linola, существенно расширяет потенциальные рынки для пищевого льняного масла [10].

Целью настоящей работы было сравнение жирнокислотного состава триацилглицеролов масла в семенах льна нового сорта Сюрприз, содержания и форм токоферолов в нём с теми же показателями масла в

семенах льна традиционного сорта ВНИИМК 630 и изучение изменения качества масла в семенах этих сортов льна при хранении.

Объектом исследования служили свежееубранные семена льна указанных сортов урожая 2011г, выращенные на ЦЭБ ВНИИМК.

В семенах определяли массовую долю масла и влаги методом ЯМР [11]. Определение жирнокислотного состава триацилглицеролов масла семян льна проводили стандартным методом [12], при этом использовали масло, полученное холодным прессованием в лабораторных условиях. Содержание и фракционный состав токоферолов в масле семян льна определяли по методике [13], в этом случае извлечение масла проводили настаиванием измельчённых семян в петролейном эфире. Перекисное и кислотное числа масла, полученного из семян льна, определяли стандартными методами [14,15]. Обработку результатов исследований осуществляли методами математической статистики, определяя значимость отличия средних по методике [16].

Установлено (таблица 1), что массовая доля масла в семенах льна позволяет позиционировать их как среднемасличное сырьё согласно классификации [17].

Таблица 1 – Масличность и влажность семян льна

Наименование показателя	Значение показателя	
	ВНИИМК 630	Сюрприз
Массовая доля масла, % а.с.в.	50,3	47,4
Массовая доля влаги, %	6,7	7,4
Массовая доля сорных примесей, %	1,4	1,2

В семенах льна нового сорта Сюрприз масла незначительно меньше, а их влажность выше по сравнению с традиционным сортом ВНИИМК 630. Разница во влажности семян может быть следствием различных

климатических условий в период их уборки. Однако у семян льна обоих сортов влажность находится ниже критической, значения которой зависят от масляности семян и согласно расчётам по методике [17] для семян льна сорта ВНИИМК 630 составляет 7,2%, а для семян льна сорта Сюрприз – 7,6%.

В масле из семян льна обоих сортов, полученном холодным прессованием в идентичных условиях, исследовали жирнокислотный состав триацилглицеролов. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Жирнокислотный состав масла из семян льна

Наименование жирной кислоты	Содержание, % к сумме жирных кислот	
	Сорт ВНИИМК 630	Сорт Сюрприз
Пальмитиновая	5,21	6,20
Пальмитолеиновая	0,06	0,09
Стеариновая	3,83	5,07
Олеиновая	13,91	18,22
Линолевая	10,32	64,42
Линоленовая	66,40	5,48
Арахидиновая	0,09	0,13
Эйкозеновая	0,07	0,13
Бегеновая	0,10	0,17

Из анализа приведённых данных следует, что в масле из семян нового сорта Сюрприз существенные изменения произошли в содержании всех основных жирных кислот по сравнению с маслом из семян традиционного сорта ВНИИМК 630. Содержание линоленовой кислоты снизилось на 60,92%, линолевой возросло на 5,40%, увеличилось содержание олеиновой кислоты на 4,31%. Статистически значимым было

возрастание на 2,23% в масле из семян льна сорта Сюрприз суммы насыщенных пальмитиновой и стеариновой кислот. Соотношение линолевая омега-6 кислота: линоленовая омега-3 кислота изменилось с 0,16:1 в масле из семян льна сорта ВНИИМК 630 до 11,8:1 в масле из семян льна сорта Сюрприз, что практически соответствует рекомендациям института питания РАМН.

Отмеченные изменения в жирнокислотном составе масла льна нового сорта Сюрприз существенно повышают его устойчивость к окислению, но на это свойство влияет также содержание в масле и фракционный состав токоферолов. Изучение их содержания и фракционного состава в масле из семян льна исследуемых сортов являлось следующим этапом наших исследований.

Общее содержание и фракционный состав токоферолов в масле из исследуемых сортов льна представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание и фракционный состав токоферолов льняного масла

Наименование показателя	Значение показателя	
	Сорт ВНИИМК 630	Сорт Сюрприз
Общее содержание токоферолов, мг/100 г	56,67	60,74
Фракционный состав, % от общего содержания		
α – токоферолов	6	5
γ – токоферолов	94	95

Различия между общим содержанием токоферолов в масле из исследуемых семян традиционного сорта ВНИИМК 630 и нового сорта Сюрприз незначительна и составляет 4,07 мг/100 г. Фракционный состав

токоферолов масел из семян этих сортов льна представлен в основном  $\gamma$  – токоферолами с небольшим количеством  $\alpha$  – токоферолов и значимо не отличается между собой.

Выявленные особенности нового селекционного сорта льна Сюрприз по содержанию и жирнокислотному составу масла, могут влиять на изменение показателей его качества при хранении семян. Поэтому на следующем этапе исследований хранили свежесобранные семена льна в закрытых эксикаторах при температуре 19-21°C в течение 180 суток при периодическом перемешивании. Поскольку массовая доля влаги в семенах обоих исследуемых сортов не превышала критических значений (таблица 1), сушка семян перед хранением не проводилась. Изменения перекисного числа масла в семенах льна исследуемых сортов представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Перекисное число масла в семенах льна при хранении

Срок хранения, сут	Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	
	Сорт «ВНИИМК 630»	Сорт «Сюрприз»
Исходное	2,1	1,8
30	2,4	2,0
60	2,5	2,0
90	2,8	2,2
120	3,1	2,4
150	3,3	2,5
180	3,5	2,5

Исходные перекисные числа масел из известного сорта льна ВНИИМК 630 и из нового сорта Сюрприз отличаются незначительно – 2,1 и 1,8 ммоль акт О/кг соответственно. При дальнейшем хранении семян этот показатель отличается более существенно. Для более наглядного

сравнения интенсивности протекания окислительных процессов в масле семян известного и нового сортов рассчитывали прирост его перекисного числа при хранении. Полученные результаты показаны на рисунке.

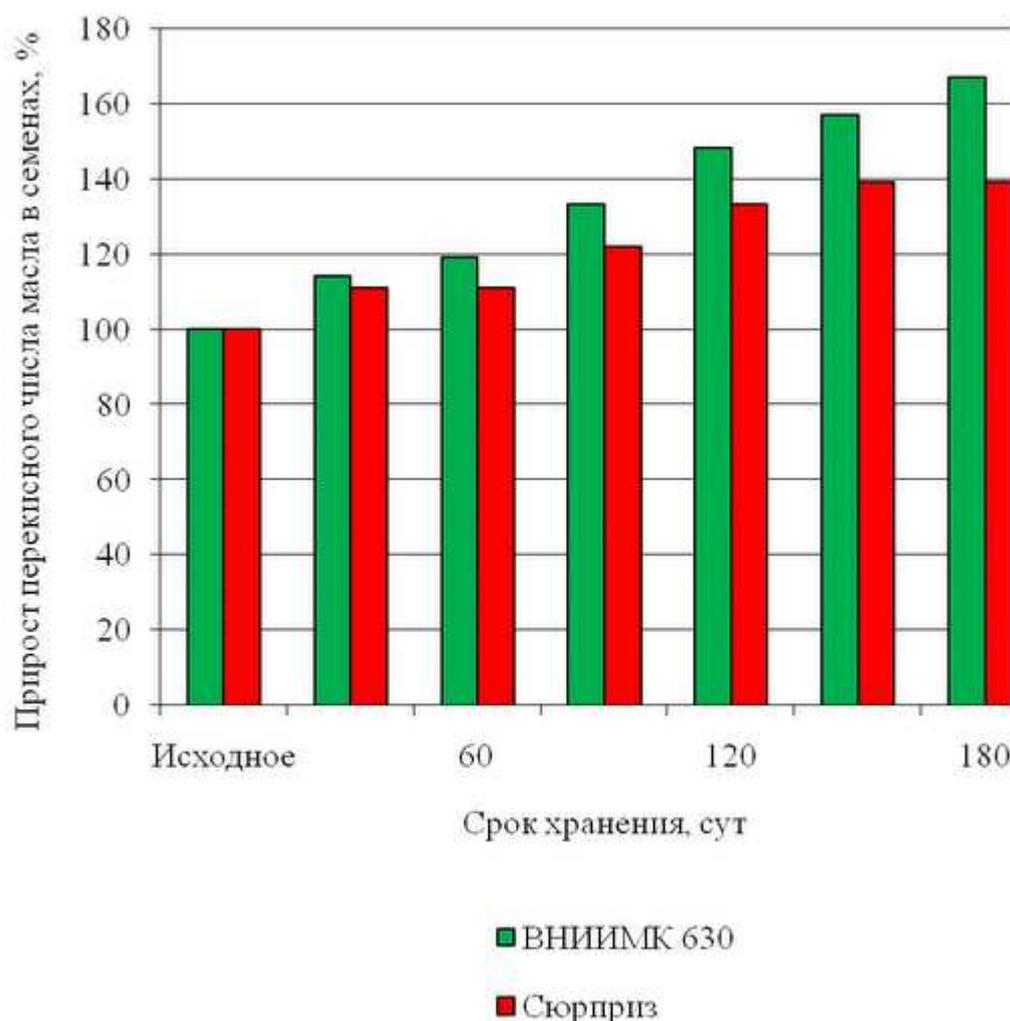


Рисунок – Прирост перекисного числа масла в семенах льна сортов ВНИИМК-630 и Сюрприз при хранении

Из рисунка следует, что перекисное число масла из сорта льна ВНИИМК 630 растет более интенсивно, чем масла из сорта Сюрприз, что обусловлено указанными выше отличиями в жирнокислотном составе триацилглицеролов при равенстве в содержании и фракционном составе токоферолов в масле из семян обоих сортов. Причём с увеличением срока

хранения разница прироста перекисного числа масла в семенах сорта ВНИИМК-630 и Сюрприз возрастает и достигает к 180-м суткам 28%.

Согласно данным [6] прирост перекисного числа при хранении льняного масла, полученного прессованием из семян традиционных сортов, существенно превышал полученные нами данные, что связано с низкой биодоступностью кислорода к маслу, находящемуся в липидных сферосомах внутри клеток семян [17].

Хранение семян льна обоих сортов осуществлялось в сухом состоянии, поэтому разница в кислотных числах масла в них была незначительной (таблица 5).

Таблица 5 – Кислотное число масел из семян льна при хранении

Срок хранения, сут	Кислотное число масла в семенах, мг КОН/г	
	ВНИИМК 630	Сюрприз
Исходное	0,63	0,74
30	0,69	0,79
60	0,76	0,84
90	0,80	0,90
120	0,87	0,95
150	0,92	1,0
180	0,98	1,05

Имеющаяся разница в кислотных числах масла из исследуемых сортов обусловлена более высокой влажностью семян льна сорта Сюрприз после уборки, которая к 30 суткам выровнялась в связи с идентичностью условий хранения и составила 7,0% у сорта Сюрприз и 6,9% у сорта ВНИИМК 630 и далее менялась статистически незначимо. Существенной разницы в приросте значений кислотных чисел масла между семенами

льна исследуемых сортов и какой-либо закономерности в этих величинах не установлено.

Таким образом, основной особенностью семян льна нового сорта Сюрприз является отличия в жирнокислотном составе содержащегося в них масла, заключающиеся в изменении соотношения содержания линолевой/линоленовой кислот от 0,16:1 в масле из семян льна сорта ВНИИМК 630 до 11,8:1 в масле из семян льна сорта Сюрприз. При этом разницы в общем содержании и фракционном составе токоферолов в масле из семян льна исследуемых сортов не выявлено.

Окислительные процессы в масле семян льна сорта Сюрприз при хранении протекают с меньшей интенсивностью, чем в масле семян сорта ВНИИМК 630. Разница прироста перекисного числа масла в семенах этих сортов за 180 суток хранения в сухом состоянии составила 28%, при этом значимых отличий в изменении кислотных чисел масла из семян исследуемых сортов не отмечалось.

### Литература

1. Биологическая активность льняного масла как источника омега-3-альфа-линоленовой кислоты /О.М. Ипатова, Н.Н. Прозоровская, В.С. Баранова, Д.А. Гусева //Биомедицинская химия. 2004. Т.50. №1.
2. Технология отрасли (приёмка, обработка и хранение масличных семян): Учебник для вузов / С.К. Мустафаев, Л.А. Мхитарьянц, Е.П. Корнена и др. СПб.: ГИОРД, 2012. 248 с.
3. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность: Учебно-справочное пособие / Е.П. Корнена, С.А. Калманович, Е.В. Мартовщук и др. Новосибирск: Изд-во Сибирского университета, 2007. 272 с.
4. Гигиена питания: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Королев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. 528 с.
5. Поздняковский В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров: Учебник. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1996. 432 с.
6. Окислительная устойчивость льняного масла при хранении /О.И. Шадыро, А.А. Сосновская, И.П. Едимечева, Н.И. Островская // Масложировая промышленность. 2010. №5. С.26-28.
7. Дьяков А.Б. Физиология и экология льна. Краснодар, 2006. 215 с.
8. Скляров С.В. Горлов С.Л. Хозяйственная ценность образца льна масличного К-2001 в связи с селекцией на низколиноленовость // Сборник материалов 6-й международной

- конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур». 2011. С.289.
9. Ефименко С.Г. Особенности масличного сырья, полученного из высокоолеинового подсолнечника и низколиноленового льна // Сборник материалов 7-й международной конференции «Масложировая индустрия-2007». 2007. С.62-66.
10. Богданова М.В. Андроник Е.Л. Идентификация генов льна, отвечающих за содержание жирных кислот в масле // Сборник материалов 6-й международной конференции молодых ученых и специалистов «Инновационные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур». 2011. С.21.
11. ГОСТ 8.596-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. ЯМР-анализаторы масличности и влажности сельскохозяйственных материалов. Методика поверки. М.: Изд-во стандартов, 2012. 12 с.
12. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. М.: Изд-во стандартов, 1991. 15 с.
13. Попов П.С. Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. Краснодар.1976.
14. ГОСТ 26593-85 Масла растительные. Метод измерения перекисного числа. М.: Изд-во стандартов. 1991. 5 с.
15. ГОСТ Р 52110 – 2003 Масла растительные. Методы определения кислотного числа М.: Изд-во стандартов. 1991. 11 с.
16. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Химия. 1982. 288с.
17. Щербаков В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: Учебник. М.: КолосС, 2003. 360 с.

### References

1. Biologičeskaja aktivnost' l'njanogo masla kak istočnika omega-3-al'fa-linolenovoj kisloty /O.M. Ipatova, N.N. Prozorovskaja, V.S. Baranova, D.A. Guseva //Biomedicinskaja himija. 2004. T.50. №1.
2. Tehnologija otrasli (prijomka, obrabotka i hranenie maslichnyh semjan): Uchebnik dlja vuzov / S.K. Mustafaev, L.A. Mhitar'janc, E.P. Kornena i dr. SPb.: GIORD, 2012. 248 s.
3. Jekspertiza masel, zhirov i produktov ih pererabotki. Kachestvo i bezopasnost': Uchebno-spravocnoe posobie / E.P. Kornena, S.A. Kalmanovich, E.V. Martovshhuk i dr. Novosibirsk: Izd-vo Sibirskogo universiteta, 2007. 272 s.
4. Gigiena pitaniya: ucheb. dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij / A.A. Korolev. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2007. 528 s.
5. Pozdnjakovskij V.M. Gigienicheskie osnovy pitaniya i jekspertizy prodovol'stvennyh tovarov: Uchebnik. Novosibirsk: Izd-vo Novosib. un-ta, 1996. 432 s.
6. Okislitel'naja ustojchivost' l'njanogo masla pri hranenii /O.I. Shadyro, A.A. Sosnovskaja, I.P. Edimecheva, N.I. Ostrovskaja // Maslozhirovaja promyshlennost'. 2010. №5. S.26-28.
7. D'jakov A.B. Fiziologija i jekologija l'na. Krasnodar, 2006. 215 s.
8. Skljarov S.V. Gorlov S.L. Hoz'jajstvennaja cennost' obrazca l'na maslichnogo K-2001 v svjazi s selekciej na nizkolinolenovost' // Sbornik materialov 6-j mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov «Innovacionnye napravlenija issledovanij v selekcii i tehnologii vozdeľyvanija maslichnyh kul'tur». 2011. S.289.
9. Efimenko S.G. Osobennosti maslichnogog syr'ja, poluchennogo iz vysokooleinovogo podsolnechnika i nizkolinolenovogo l'na // Sbornik materialov 7-j mezhdunarodnoj konferencii «Maslozhirovaja industrija-2007». 2007. S.62-66.

10. Bogdanova M.V. Andronik E.L. Identifikacija genov l'na, otvechajushhih za sodержanie zhirnyh kislot v masle // Sbornik materialov 6-j mezhdunarodnoj konferencii molodyh ucheny i specialistov «Innovacionnye napravlenija issledovanij v selekcii i tehnologii vozdel'vanija maslichnyh kul'tur». 2011. S.21.
11. GOST 8.596-2010 Gosudarstvennaja sistema obespechenija edinstva izmerenij. JaMR-analizatory maslichnosti i vlazhnosti sel'skohozjajstvennyh materialov. Metodika poverki. M.: Izd-vo standartov, 2012. 12 s.
12. GOST 30418-96 Masla rastitel'nye. Metod opredelenija zhirnokislotnogo sostava. M.: Izd-vo standartov, 1991. 15 s.
13. Popov P.S. Metodicheskie ukazanija po opredeleniju biohomičeskih pokazatelej kachestva masla i semjan maslichnyh kul'tur. Krasnodar.1976.
14. GOST 26593-85 Masla rastitel'nye. Metod izmerenija perekisnogo čisla. M.: Izd-vo standartov. 1991. 5 s.
15. GOST R 52110 – 2003 Masla rastitel'nye. Metody opredelenija kislotnogo čisla M.: Izd-vo standartov. 1991. 11 s.
16. Zakgejm A.Ju. Vvedenie v modelirovanie himiko-tehnologičeskih processov. M.: Himija. 1982. 288s.
17. Shherbakov V.G., Lobanov V.G. Biohimija i tovarovedenie maslichnogo syr'ja: Učebnik. M.: KolosS, 2003. 360 s.