ISSN pr. 2412–608X, ISSN on. 2412-6098
Масличные культуры.
Вып. 1 (201). 2025

Научная статья

УДК 633.854.78:575

DOI: 10.25230/2412-608X-2025-1-201-21-28

Исходный селекционный материал подсолнечника с высоким содержанием стеариновой кислоты

Юлия Владимировна Чебанова
Татьяна Александровна Земцева
Яков Николаевич Демурин

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
genetic@vniimk.ru

Аннотация. В пищевой промышленности незаменимы твердые жиры. К наиболее широко используемым твердым маслам относятся гидрогенизированные растительные, пальмовое, кокосовое и масло какао. Твердость данных масел обусловлена высоким содержанием насыщенных жирных кислот С8:0–С16:0. Диетологически наиболее полезными среди твердых масел являются масла с меньшим количеством лауриновой, миристиновой и пальмитиновой жирных кислот и сравнительно более высокой долей стеариновой кислоты. В традиционном подсолнечном масле основными насыщенными жирными кислотами являются пальмитиновая и стеариновая, их суммарная массовая доля не превышает 10–12 %. После открытия мутации высокостеариновости у подсолнечника стало возможным повышение содержания С18:0 более чем на 10 %. В результате шестилетней селекционной работы во ВНИИМК созданы семь линий-доноров высокого содержания стеариновой кислоты (14–23 %). Пять из них: ЛГ31, ЛГ32, ЛГ34, ЛГ36 и ЛГ37, в среднем содержат 58–74 % олеиновой кислоты, а линии-доноры ЛГ33 и ЛГ35 – 12 и 45 % соответственно. Линии с подобным жирнокислотным составом масла семян в генетической коллекции ВНИИМК ранее отсутствовали. В настоящий момент данные линии включены в селекционную программу в качестве исходного материала для получения родительских линий гибридов подсолнечника с повышенным содержанием насыщенной стеариновой кислоты.

Ключевые слова: подсолнечник, донор, селекция, стеариновая кислота, олеиновая кислота, качество масла

Для цитирования: *Чебанова Ю.В., Земцева Т.А., Демурин Я.Н.* Исходный селекционный материал подсолнечника с высоким содержанием стеариновой кислоты // Масличные культуры. 2025. Вып. 1 (201). С. 21–28.

Sunflower parent breeding material with a high content of stearic acid

Chebanova Yu.V., leading researcher, PhD in biology
Zemtseva T.A., junior researcher
Demurin Ya.N., chief researcher, doctor of biology, professor

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

Abstract. Solid fats are essential in the food industry. The most commonly used solid oils include hydrogenated vegetable oil, palm oil, coconut oil and cocoa butter. The solidity of these oils is due to their high content of saturated fatty acids C8:0–C16:0. Nutritionally, the most beneficial of the solid oils are those with lower amounts of lauric, myristic and palmitic fatty acids and a comparatively higher amount of stearic acid. In traditional sunflower oil, the main saturated fatty acids are palmitic and stearic acids, their total mass fraction does not exceed 10–12%. After the discovery of the high-stearic mutation in sunflower, it became possible to increase the content of C18:0 to more than 10%. As a result of six years breeding work at V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK), seven donor lines with high stearic acid content (14–23%) were developed. Five of them, LG31, LG32, LG34, LG36, and LG37, contain on average 58–74% of oleic acid, and donor lines LG33 and LG35 – 12 and 45%, respectively. Lines with similar fatty acid composition of seed oil were previously absent in the genetic collection of VNIIMK. At present, these lines are included in the breeding program as parent material for obtaining parental lines of sunflower hybrids with increased content of saturated stearic acid.

Key words: sunflower, donor, breeding, stearic acid, oleic acid, oil quality

Введение. Растительные масла состоят из насыщенных (SFA) и ненасыщенных, включая мононенасыщенные (MUFA) и полиненасыщенные (PUFA), жирных кислот. В традиционном подсолнечном масле основными насыщенными жирными кислотами являются пальмитиновая и стеариновая, их суммарная массовая доля не превышает 10–12 %. Тогда как на ненасыщенные жиры приходится до 90 %, главными из них являются мононенасыщенная

олеиновая и полиненасыщенная линолевая жирные кислоты. Подсолнечное масло широко используется в питании человека, однако такое масло не пригодно для приготовления многих продуктов, включая кондитерские изделия, выпечку, снэки и полуфабрикаты, т.к. для них необходимо твердое состояние масла при комнатной температуре и повышенная окислительная стабильность. Поэтому в пищевой промышленности незаменимы твердые жиры. Такие свойства масел обусловлены высоким содержанием насыщенных жирных кислот (C6:0–C18:0).

Наиболее широко используемыми твердыми маслами являются гидрогенизированные растительные, пальмовое, кокосовое и масло какао. В последнее время потребление твердых жиров, полученных путем гидрогенизации, существенно сократилось после открытия факта опасности потребления транс-изомеров жирных кислот, образующихся при производстве. Пальмовое масло стало заменой гидрогенизированным жирам благодаря твердому состоянию и отсутствию в составе трансжиров. Около 35 % мирового потребления среди всех растительных масел приходится на пальмовое. Кроме того, масличная пальма – это самая высокоурожайная масличная культура с выходом масла с 1 га в 5 раз больше, чем у рапса, подсолнечника или сои. Однако увеличение производства пальмового масла наносит ущерб экосистемам тропических лесов и ведет к сокращению биоразнообразия [1]. К твердым жирам также относят другие тропические масла, такие как кокосовое, какао и масло ши. В 2024 г. производство пальмового масла составило 79,6 млн т, кокосового – 3,7 млн т, какао-масла – 4,3 млн т, масла ши – лишь 0,8 млн т, а подсолнечного масла – 20,0 млн т [2; 3].

На основании многочисленных медицинских исследований ученые сходятся во мнении, что избыток потребления насыщенных жирных кислот вызывает повышение уровня общего холестерина, холестерина ЛПНП и ЛПВП, снижению уровня триглицеридов. Однако разные насыщенные жирные кислоты по-разному влияют на концентрацию холестериновых фракций липопротеидов в плазме крови. Например, лауриновая (C12:0), миристиновая (C14:0) и пальмитиновая (C16:0) кислоты повышают уровень холестерина ЛПНП, в то время как стеариновая (C18:0) не оказывает никакого эффекта. Поэтому наиболее полезными среди твердых масел являются масла с меньшим количеством C8:0–C16:0 и сравнительно более высокой долей C18:0 [4–6].

Твердость пальмового масла обусловлена высоким содержанием пальмитиновой кислоты – до 42 % [7]. В кокосовом масле на насыщенные жирные кислоты приходится до 90–95 %, из них до 80–85 % составляют короткоцепочечные НЖК [8]. В какао-масле имеется высокое содержание как стеариновой (35,8 %), так и пальмитиновой (26,3 %) кислот [9]. Наиболее полезным с диетологический точки зрения является масло ши, так как его твердость детерминирована высоким содержанием именно стеариновой кислоты (37,2–60,7 %), а других насыщенных кислот не более 5 % [10].

В подсолнечнике были индуцированы мутации высокого содержания пальмитиновой и стеариновой кислот. Высокое содержание стеариновой кислоты было впервые зафиксировано после химического мутагенеза в мутантах CAS-8 (>10 %), CAS-4 (>13 %) и CAS-3 (>25 %) [11]. В 2002 г. с помощью мутагенеза был выделен мутант CAS-14 с очень высоким содержанием стеариновой кислоты – более 35 % [12]. Еще две линии, CAS-19 и CAS-20, со средним содержанием стеариновой кислоты были выведены путем скрещивания CAS-3 и линии со стандартным содержанием жирных кислот [13]. Все перечисленные генотипы относились к так называемому линолевому типу с содержанием олеиновой кислоты не более 36 %. Позже были получены новые высокостеариновые линии путем скрещивания линий с высоким содержанием стеариновой кислоты между собой, а также со стандартными и высокоолеиновыми линиями. Так, CAS-29 и CAS-

30 содержали до 34,5 % стеариновой кислоты на линолевом фоне, а CAS-15 и CAS-33 – 24,9 и 17,4 % C18:0 соответственно на олеиновом фоне [14]. Несмотря на создание широкой линейки линий с высоким содержанием стеариновой кислоты, до настоящего времени компанией Advanta был выведен только один высокостеариновый гибрид подсолнечника Nutrisun (C18:0 – 16 %) [15], однако в промышленном производстве данный гибрид не возделывается из-за низких показателей продуктивности.

Во ВНИИМК с 2018 г. одним из направлений селекционно-генетической работы на улучшение качества масла стало повышение степени насыщенности и увеличение оксистабильности масла подсолнечника. На первых этапах работы с признаком повышенного содержания стеариновой кислоты перед нами стояла задача выделить исходный материал с различным уровнем C18:0 и сочетанием основных жирных кислот, а также оценить селекционно-ценные признаки новых доноров высокостеариновости у подсолнечника.

Материалы и методы. Полевые исследования проведены на ЦЭБ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в х. Октябрьском, г. Краснодар. Лабораторные анализы выполнены в лаборатории генетики, включая экспериментальное оборудование лаборатории биохимии.

Посев подсолнечника на опытных делянках проводили с помощью ручных сажалок по традиционной схеме при расстановке 70 × 35 см. Растения, отобранные для исследований, принудительно самоопыляли под индивидуальными изоляторами. После окончания цветения измеряли высоту растений и диаметр корзинок. Для определения масличности, массы 1000 семянок и лузжистости собирали семена свободно цветущих растений. Лузжистость и массу 1000 семянок определяли по стандартным методикам (ГОСТ 10855-64 и ГОСТ 12042-80 соответственно) [16; 17]. Масличность семянок оценивали в отделе физических методов исследований на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М по ГОСТ 8.597-2010 [18].

Анализ состава десяти жирных кислот масла семянок проводили с помощью газожидкостной хроматографии метиловых эфиров жирных кислот на приборе Хроматэк-Кристалл 2000 с автоматическим дозатором ДАЖ-2М на капиллярной колонке SolGelWax 30 м × 0,25мм × 0,5 мкм в токе газа носителя – гелия, со скоростью 22 см/с, с программированием температуры в пределах 170–230 °С. Получение метиловых эфиров и их хроматографирование выполняли в соответствии с нормативными методами (ГОСТ 31663-2012; ГОСТ Р 31665-2012) [19; 20]. Жирнокислотный состав определяли в средних пробах семянок (по 15 шт.) и в отдельных семянках (по 10 шт.). На начальных этапах отбора проводили определение состава стеариновой жирной кислоты в отдельных семянках на базе лаборатории биохимии ВНИИМК с использованием ИК-спектрометрии на приборе MATRIX-I Bruker Optics.

В качестве источника была использована расщепляющаяся популяция подсолнечника, в которой отдельные растения содержали повышенное количество стеариновой кислоты.

Результаты и обсуждение. Создание доноров с высоким содержанием стеариновой кислоты в семенах подсолнечника из расщепляющегося источника было начато в 2018 г. Семена, гетерозиготные по признакам содержания стеариновой и олеиновой кислоты, высеяли в условиях ФТК в зимний период 2018–2019 гг. Все растения самоопыляли под индивидуальными изоляторами и убирали раздельно. В полевых условиях 2019 г. получили семена поколения I_3. Данные семена с использованием метода ИК-спектрометрии анализировали по содержанию стеариновой, олеиновой и линолевой жирных кислот. В 2019–2020 гг. были проанализированы 400 семянок подсолнечника поколения I_2 и I_3. После этого работы проводили в три этапа.

На первом этапе по результатам анализа отобрали 17 семянок с высоким уровнем стеариновой кислоты для

выращивания в условиях ФТК в зимний период 2019–2020 гг. В результате получили семена поколения I_4 трёх растений HSLO и семи растений HSHO. В 2020–2023 гг. в лабораторных условиях с применением метода газожидкостной хроматографии выполнили посемяночный анализ жирнокислотного профиля каждого поколения новых линий, по 20 семянок каждого генотипа (табл. 1). Трем образцам с наиболее желательным жирнокислотным составом присвоили названия ЛГ31, ЛГ32 и ЛГ33. Установлено, что все эти линии имели повышенное содержание стеариновой кислоты, в среднем 14,4–22,6 % в разные годы, что существенно выше значений у линий ВК1-клп – 2,8–3,5 %. Из таблицы видно, что в результате инбридинга в каждом поколении вариация по признаку содержания стеариновой кислоты снижалась. В поколении I_8 размах изменчивости сократился до 4,7–8,5 % при коэффициенте вариации 11–12 %. Наиболее высокие значения C18:0 характерны для линии ЛГ33 – в среднем около 22 %.

Таблица 1

Изменчивость содержания стеариновой кислоты в семенах линий подсолнечника (2020–2023 гг.)

Донор	Поколение	Год	$\bar{x}$	R	min	max	CV, %
ЛГ31	I_5	2020	**18,6**	13,4	9,6	23	17
	I_6	2021	**18,0**	8,2	13,4	21,7	11
	I_7	2022	**15,4**	9,3	10,3	19,6	19
	I_8	2023	**14,4**	4,7	11,5	16,2	11
ЛГ32	I_5	2020	**19,3**	7,6	15,5	23	14
	I_6	2021	**18,0**	4,5	15,5	19,9	7
	I_7	2022	**19,9**	11,6	14,1	25,7	21
	I_8	2023	**19,9**	8,8	15,4	24,3	12
ЛГ33	I_5	2020	**22,6**	11,8	15,5	27,3	15
	I_6	2021	**21,9**	12	14,6	26,6	17
	I_7	2022	**21,2**	15,1	13,9	29,0	19
	I_8	2023	**22,0**	8,5	17,5	26,0	12
ВК1-клп (st)		2020	**3,3**	0,9	2,8	3,7	9
		2021	**3,5**	1,2	3,0	4,2	11
		2022	**2,8**	0,7	2,4	3,1	8
		2023	**3,8**	1,9	2,8	4,7	14
$НСР_{05}$			**1,7**				

Линии ЛГ31 и ЛГ 32 содержали в среднем от 66,7 до 74,6 % олеиновой кислоты в поколении I_8, а коэффициент вариации составил 2–3 % (табл. 2). Наличие высокого содержания стеариновой кислоты не позволяет фенотипически проявится мутации высокоолеиновости с максимальной экспрессивностью. Однако в генотипе линии ЛГ33 нет мутации высокоолеиновости, вследствие чего доля стеариновой кислоты выше, чем у ЛГ31 и ЛГ32.

Таблица 2

Изменчивость содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника (2020–2023 гг.)

Донор	Поколение	Год	$\bar{x}$	R	min	max	CV, %
ЛГ31	I_5	2020	**70,5**	12,4	66,7	79,0	4
	I_6	2021	**72,4**	10,0	67,5	77,6	3
	I_7	2022	**73,8**	11,3	67,6	78,9	4
	I_8	2023	**74,6**	5,3	71,8	77,1	2
ЛГ32	I_5	2020	**56,7**	62,4	9,3	71,8	36
	I_6	2021	**71,7**	5,4	68,7	74,1	2
	I_7	2022	**65,8**	28,6	46,7	75,3	13
	I_8	2023	**66,7**	7,3	62,6	69,9	3
ЛГ33	I_5	2020	**11,4**	6,2	9,5	15,7	16
	I_6	2021	**19,2**	32,0	11,9	43,9	41
	I_7	2022	**16,9**	13,6	10,2	23,8	24
	I_8	2023	**16,4**	7,5	13,4	20,9	17
ВК1-клп (st)		2020	**90,0**	2,1	88,8	90,9	1
		2021	**89,8**	1,6	89,2	90,8	1
		2022	**89,4**	6,4	85,6	92,0	2
		2023	**88,0**	1,8	86,8	88,6	1
$НСР_{05}$			**3,0**				

На втором этапе в результате скрининга селекционных линий коллекции ВНИИМК была выявлена линия ВК276, в отдельных семенах которой наблюдалась изменчивость значений содержания стеариновой кислоты (от 5,3 до 16,2 % в 2020 г.). В результате самоопыления и отбора отдельных корзинок в 2020–2021 гг. получили семью, которая в отличие от линии ВК276 имела среднее содержание стеариновой кислоты 14,1 % при CV = 10 % (табл. 3). По содержанию олеиновой кислоты в семенах данной линии также была отмечена изменчивость в широком диапазоне – от 20,0 до 53,4 % при CV = 27 % в 2020 г. После дальнейшего отбора интервал сократился, и коэффициент вариации снизился до 9 %, что говорит о слабой изменчивости по признакам содержания стеариновой и олеиновой жирных кислот в отобранной семье. На основании этих показателей данную самоопылённую семью выделили в отдельную линию под названием ЛГ35.

Таблица 3

Изменчивость содержания стеариновой и олеиновой жирных кислот в семенах при отборе линии ЛГ35 (2020–2022 гг.)

Год	$\bar{x}$	R	min	max	CV, %
Стеариновая кислота					
2020	**11,6**	10,9	5,3	16,2	27
2021	**10,1**	10,38	3,42	13,8	32
2022	**14,1**	4,7	11,9	16,6	10
Олеиновая кислота					
2020	**42,4**	33,4	20,0	53,4	27
2021	**40,7**	36,7	14,6	51,3	29
2022	**45,8**	12,6	38,3	50,9	9

На третьем этапе с использованием метода ИК-спектрометрии проанализировали 280 отдельных семянок из 28 корзинок поколения I_4. Из них отобрали 18 семей для посева. Потомства данных семей также были проанализированы по содержанию стеариновой и олеиновой жирных кислот и отобраны по комплексу морфологических особенностей растений. В 2022 г. в поколении I_6 по результатам анализа ЖКС были выделены девять семей с определённым содержанием кислот: стеариновой (не менее 15 %), олеиновой (более 60 %) и линолевой (менее 6,1 %) (табл. 4).

Таблица 4

Содержание основных жирных кислот в масле средней пробы семян высокостеариновых доноров в поколении I_6

Номер образца	Пальмитиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая
1194	4,8	**15,5**	73,9	1,7
1195	5,7	**20,7**	63,2	6,1
1196	5,6	**20,4**	64,1	5,3
1197	5,8	**23,4**	60,6	5,3
1198	5,9	**21,1**	66,7	2,6
1199	6,2	**19,9**	68,4	1,5
1200	5,6	**15,3**	72,0	2,9
1201	5,7	**16,8**	69,7	3,5
1202	5,3	**15,8**	71,7	2,7

В 2023 г. при самоопылении данных семей получили семена поколения I_7. Все линии также имели содержание стеариновой кислоты не менее 15 %. Однако наибольший интерес представляют образцы под номерами 1195, 1196, 1197, 1198 и 1199, т.к. данные линии имеют более высокое содержание стеариновой кислоты (более 19 %) на высокоолеиновом фоне (62–67 %) по сравнению с ранее выделенными линиями ЛГ31 и ЛГ32, а также низкое содержание линолевой кислоты (1,2–4,9 %). Образцы под номерами 1200, 1201 и 1202 из дальнейшей работы были выбракованы по морфологическим признакам и низкой пыльцевой продуктивности.

Также в 2022–2024 гг. выполнили скрининг отдельных семянок образцов 1195, 1196 и 1197 поколения I_5–I_7 для определения размаха изменчивости содержания основных жирных кислот. Было установлено, что все семянки имели стабильно высокое содержание стеариновой кислоты. В результате отбора отдельных растений и самоопыления в каждом поколении коэффициент вариации снизился до 8–11 % в 2024 г. В среднем линии показывали 17,8–23,7 % C18:0 в разные годы исследований. Также определили, что минимальные значения доли стеариновой кислоты в отдельных семенах не опускались ниже 14 %, тогда как максимальные значения достигали 25–27 % (табл. 5).

Таблица 5

Изменчивость содержания стеариновой кислоты в семенах образцов 1195, 1196 и 1197 (2022–2024 гг.)

Донор	Поколение	Год	$\bar{x}$	R	min	max	CV, %
№1195 (ЛГ34)	I_5	2022	**21,1**	4,3	19,4	23,7	6
	I_6	2023	**18,9**	5,3	17,2	22,5	7
	I_7	2024	**17,8**	4,3	14,8	19,1	8
№1196 (ЛГ36)	I_5	2022	**21,2**	7,5	17,9	25,5	13
	I_6	2023	**19,7**	3,1	18,0	21,1	6
	I_7	2024	**19,1**	4,9	16,1	21,0	8
№1197 (ЛГ37)	I_5	2022	**23,7**	9,7	17,9	27,6	13
	I_6	2023	**21,7**	9,5	16,3	25,7	14
	I_7	2024	**19,7**	6,0	16,5	22,4	11
ВК1-клп		2022	**2,8**	0,7	2,4	3,1	8
		2023	**3,8**	1,9	2,8	4,7	14
		2024	**2,5**	1,8	1,7	3,5	20
$НСР_{05}$			**1,5**				

По содержанию олеиновой кислоты все линии в поколении I_7 стали стабильными (CV = 2–3 %), а средний уровень составил 65,7–69,1 % (табл. 6).

В результате постоянного контроля уровня C18:2 и отбора только корзинок с максимальным содержанием C18:0 и C18:1 были получены линии с наиболее

желаемым соотношением основных жирных кислот. Данным генотипам были присвоены названия ЛГ34 (образец №1195), ЛГ36 (образец №1196) и ЛГ37 (образец №1197).

Таблица 6

Изменчивость содержания олеиновой кислоты в семенах образцов 1195, 1196 и 1197 (2022–2024 гг.)

Донор	Поколение	Год	$\bar{x}$	R	min	max	CV, %
№1195 (ЛГ34)	I_5	2022	**61,8**	6,6	57,5	64,1	3
	I_6	2023	**65,9**	20,4	50,4	70,8	8
	I_7	2024	**69,1**	3,7	66,8	70,5	2
№1196 (ЛГ36)	I_5	2022	**62,8**	14,1	53,1	67,2	7
	I_6	2023	**66,2**	5,8	62,0	67,8	3
	I_7	2024	**68,1**	3,8	66,7	70,5	2
№1197 (ЛГ37)	I_5	2022	**58,9**	11,8	51,8	63,6	7
	I_6	2023	**60,6**	17,5	51,3	68,8	8
	I_7	2024	**65,7**	4,9	63,6	68,4	2
ВК1-клп		2022	**88,0**	6,4	85,6	92,0	2
		2023	**87,7**	2,9	85,6	88,5	1
		2024	**87,8**	4,1	85,4	89,5	1
$НСР_{05}$			**2,4**				

Все новые доноры высокого содержания стеариновой кислоты оценили по основным селекционно-ценным признакам. Линии ЛГ31, ЛГ33 и ЛГ35 были однокорзиночными, а линии ЛГ32, ЛГ34, ЛГ36 и ЛГ37 – ветвистыми. Также проведены тест-скрещивания линий ЛГ31, ЛГ32, ЛГ33, ЛГ34, ЛГ36 и ЛГ37 с однокорзиночной ЦМС-линией для выявления наличия гена *Rf* и типа наследования признака ветвления, полученные гибридные семена были высеяны в полевых условиях. В результате все растения F_1 оказались фертильными и однокорзиночными, что говорит о наличии гена восстановителя фертильности пыльцы у всех изучаемых линий и рецессивного типа наследования ветвления. Линия ЛГ35 была отобрана из селекционной материнской линии, поэтому она не несет гена *Rf*.

Высота растений в среднем варьировала от 79 до 120 см. Диаметр корзинки для однокорзиночных форм составил в среднем 16–19 см, для ветвистых – 8–11 см (табл. 7–8).

Масличность всех доноров была ниже, чем у контрольных селекционных линий, только у трех масличность была выше 40 % (табл. 8). По массе 1000 семянок все доноры также были более мелкосемяночными. Лузжистость семянок составляла от 18,7 до 29,6 %.

Таблица 7

Селекционно-ценные признаки доноров высокого содержания стеариновой кислоты ЛГ31, ЛГ32 и ЛГ33

ФБГНУ ФНЦ ВНИИМК, х. Октябрьский, 2022 г.

Донор	Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Масличность, %	Лузжистость, %	Масса 1000 семян, г
ЛГ31	113	19	31,0	27,4	53,4
ЛГ32	102	16	35,3	21,9	26,5
ЛГ33	120	19	28,3	25,6	46,8
ВК101-зу (st)	113	23	41,2	27,7	65,0
$НСР_{05}$	7	3			

Таблица 8

Селекционно-ценные признаки доноров высокого содержания стеариновой и олеиновой кислоты

ФБГНУ ФНУ ВНИИМК, х. Октябрьский, 2024 г.

Донор	Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Масличность, %	Лузжистость, %	Масса 1000 семян, г
№1194	101	8	35,2	18,7	16,3
№1195 (ЛГ34)	107	9	42,2	24,5	24,5
№1196 (ЛГ36)	109	11	41,9	24,6	25,4
№1197 (ЛГ37)	99	10	38,0	27,3	24,1
№1198	79	11	48,7	25,0	20,7
№1199	88	9	32,9	29,6	29,1
ВК305 (st)	138	10	51,6	21,2	31,2
$НСР_{05}$	6	2			

Заключение. В результате шестилетней работы создан исходный селекционный материал с высоким содержанием стеариновой кислоты. Семь новых линий гомозиготны по гену *Rf* и имеют рецессивное ветвление, что позволяет успешно использовать их в создании новых отцовских линий гибридов подсолнечника с измененным качеством масла. Была отобрана однокорзиночная линия-закрепитель стерильности ЛГ35 с повышенным

содержанием стеариновой кислоты, которая может быть исходным материалом для селекции материнских линий гибридов подсолнечника. Также установлено, что в отдельных семянках новых линий уровень стеариновой кислоты доходит до 27 % на высокоолеиновом фоне. Данный факт показывает высокий потенциал для отбора по изучаемому признаку. Линии с подобным жирнокислотным составом масла семян в генетической коллекции ВНИИМК ранее отсутствовали. В настоящий момент лучшие линии-доноры включены в селекционную программу лаборатории генетики и успешно используются для создания высокостеариновых аналогов селекционных линий.

Список литературы

1. *Vijay V., Pimm S.L., Jenkins C.N., Smith S.J.* The Impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 11 (7). – e0159668. DOI: 10.1371/journal.pone.0159668.

2. Oilseeds: World Markets and Trade // Global Market Analysis / Foreign Agricultural Service/USDA. – January 2025: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/tx31qh68h/p2678r566/xd07jn64z/oilseeds.pdf.

3. *Alhaji A.M., Almeida E.S., Carneiro C.R., da Silva C.A.S., Monteiro S., Coimbra J.S.d.R.* Palm oil (*Elaeis guineensis*): A journey through sustainability, processing, and utilization // Foods. – 2024. – Vol. 13. – Art. No. 2814. DOI: 10.3390/foods13172814.

4. Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids / Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition // WHO HQ. – Geneva, November 10–14, 2008: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/nutrition/docs/requirements/fatsandfattacidsreport.pdf.

5. *Van Rooijen M.A., Mensink R.P.* Palmitic acid versus stearic acid: Effects of interesterification and intakes on cardiometabolic risk markers – a systematic review // Nutrients. – 2020. – Vol. 12 (3). – Art. No. 615. DOI: 10.3390/nu12030615.

6. *Valenzuela A., Delplanque B., Tavella M.* Stearic acid: A possible substitute for trans fatty acids from industrial origin // Grasas y Aceites. – 2011. – Vol. 62 (2). – P. 131–138. DOI: 10.3989/gya.033910.

7. *Edem D.O.* Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: a review // Plant Foods Hum. Nutr. – 2002. – Vol. 57 (3–4). – P. 319–341. DOI: 10.1023/a:1021828132707.

8. *Appaiah P., Sunil L., Prasanth Kumar P.K., Gopala Krishna A.G.* Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2014. – Vol. 91 (6). – P. 917–924. DOI: 10.1007/s11746-014-2447-9.

9. *Zzaman W., Issara U., Febrianto N., Yang T.* Fatty acid composition, rheological properties and crystal formation of rambutan fat and cocoa butter // International Food Research Journal. – 2014. – Vol. 21 (3). – P. 1019–1023.

10. *Honfo F.G., Akissoe N., Linnemann A.R., Soumanou M., Van Boekel M.A.* Nutritional composition of shea products and chemical properties of shea butter: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2014. – Vol. 54 (5). – P. 673–686. DOI: 10.1080/10408398.2011.604142.

11. *Osorio J., Fernández-Mártinez J. M., Mancha M., Garces R.* Mutant sunflower with high concentration in saturated fatty acid in the oil // Crop Science. – 1995. – Vol. 35. – P. 739–742.

12. *Pérez-Vich B., Velasco L., Munoz-Ruz J., Fernández-Martínez J.M.* Inheritance of high stearic acid content in the sunflower mutant CAS-14 // Crop Science. – 2006. – Vol. 46. – P. 22–29. DOI: 10.2135/cropsci2004.0723.

13. *Pérez-Vich B., Muñoz-Ruz J., Fernández-Martínez J.M.* Developing mid-stearic acid sunflower lines from a high stearic acid mutant // Crop Sci. – 2004. – Vol. 44. – P. 70–75. DOI: 10.2135/cropsci2004.7000b.

14. *Fernández-Moya V., Martínez-Force E., Garcés R.* Oils from improved high stearic acid sunflower seeds // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53 (13). – P. 5326–5330. DOI: 10.1021/jf0503412.

15. *Anushree S., Andre M., Guillaume D., Frederic F.* Stearic sunflower oil as a sustainable and healthy alternative to palm oil. A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2017. – Vol. 37. – P. 1–10. DOI: 10.1007/s13593-017-042.

16. ГОСТ 10855-64 Семена масличные. Методы определения лузжистости. Семена масличных культур: Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023874 (дата обращения: 30.11.2024).

17. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023370 (дата обращения: 30.11.2024).

18. ГОСТ 8.597-2010 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Семена масличных культур и продукты их переработки. Методика измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного магнитного резонанса. – М.: Стандартинформ, 2019. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023874 (дата обращения: 30.11.2024).

19. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. – М.: Стандартинформ, 2019. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200104486 (дата обращения: 30.11.2024).

20. ГОСТ 31665-2012. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот. – М.: Стандартинформ, 2019. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200104357 (дата обращения: 30.11.2024).

References

1. Vijay V., Pimm S.L., Jenkins C.N., Smith S.J. The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 11 (7). – e0159668. DOI: 10.1371/journal.pone.0159668.

2. Oilseeds: World Markets and Trade // Global Market Analysis / Foreign Agricultural Service, USDA. – January 2025: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/tx31qh68h/p26-78r566/xd07jn64z/oilseeds.pdf.

3. Alhaji A.M., Almeida E.S., Carneiro C.R., da Silva C.A.S., Monteiro S., Coimbra J.S.d.R. Palm oil (Elaeis guineensis): A journey through sustainability, processing, and utilization // Foods. – 2024. – Vol. 13. – Art. No. 2814. DOI: 10.3390/foods13172814.

4. Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids / Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition // WHO HQ. – Geneva, November 10–14, 2008: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/nutrition/docs/requirements/fatsandfattacidsreport.pdf.

5. Van Rooijen M.A., Mensink R.P. Palmitic acid versus stearic acid: Effects of interesterification and intakes on cardiometabolic risk markers – a systematic review // Nutrients. – 2020. – Vol. 12 (3). – Art. No. 615. DOI: 10.3390/nu12030615.

6. Valenzuela A., Delplanque B., Tavella M. Stearic acid: A possible substitute for trans fatty acids from industrial origin // Grasas y Aceites. – 2011. – Vol. 62 (2). – P. 131–138. DOI: 10.3989/gya.033910.

7. Edem D.O. Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: a review // Plant Foods Hum. Nutr. – 2002. – Vol. 57 (3–4). – P. 319–341. DOI: 10.1023/a:1021828132707.

8. Appaiah P., Sunil L., Prasanth Kumar P.K., Gopala Krishna A.G. Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2014. – Vol. 91 (6). – P. 917–924. DOI: 10.1007/s11746-014-2447-9.

9. Zzaman W., Issara U., Febrianto N., Yang T. Fatty acid composition, rheological properties and crystal formation of rambutan fat and cocoa butter // International Food Research Journal. – 2014. – Vol. 21 (3). – P. 1019–1023.

10. Honfo F.G., Akissoe N., Linnemann A.R., Soumanou M., Van Boekel M.A. Nutritional composition of shea products and chemical properties of shea butter: a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2014. – Vol. 54 (5). – P. 673–686. DOI: 10.1080/10408398.2011.604142.

11. Osorio J., Fernández-Mártinez J. M., Mancha M., Garces R. Mutant sunflower with high concentration in saturated fatty acid in the oil // Crop Science. – 1995. – Vol. 35. – P. 739–742.

12. Pérez-Vich B., Velasco L., Munoz-Ruz J., Fernández-Martínez J.M. Inheritance of high stearic acid content in the sunflower mutant CAS-14 // Crop Science. – 2006. – Vol. 46. – P. 22–29. DOI: 10.2135/cropsci2004.0723.

13. Pérez-Vich B., Muñoz-Ruz J., Fernández-Martínez J.M. Developing mid-stearic acid sunflower lines from a high stearic acid mutant // Crop Sci. – 2004. – Vol. 44. – P. 70–75. DOI: 10.2135/cropsci2004.7000b.

14. Fernández-Moya V., Martínez-Force E., Garcés R. Oils from improved high stearic acid sunflower seeds // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53 (13). – P. 5326–5330. DOI: 10.1021/jf0503412.

15. Anushree S., Andre M., Guillaume D., Frederic F. Stearic sunflower oil as a sustainable and healthy alternative to palm oil. A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2017. – Vol. 37. – P. 1–10. DOI: 10.1007/s13593-017-042.

16. GOST 10855-64 Semena maslichnye. Metody opredeleniya luzzhistosti. Semena maslichnyh kul'tur: Sb. GOSTov. – M.: Standartinform, 2010. –URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023874 (data obrashcheniya: 30.11.2024).

17. GOST 12042-80 Semena sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan. Metody analiza: Sb. GOSTov. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023370 (data obrashcheniya: 30.11.2024).

18. GOST 8.597-2010 Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij (GSI). Semena maslichnyh kul'tur i produkty ih pererabotki. Metodika izmerenij maslichnosti i vlazhnosti metodom impul'snogo yadernogo magnitnogo rezonansa. – M.: Standartinform, 2019. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200023874 (data obrashcheniya: 30.11.2024).

19. GOST 31663-2012 Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Opredelenie metodom gazovoj hromatografii massovoj doli metilovyh efirov zhirnyh kislot. – M.: Standartinform, 2019. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200104486 (data obrashcheniya: 30.11.2024).

20. GOST 31665-2012. Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Poluchenie metilovyh efirov zhirnyh kislot. – M.: Standartinform, 2019. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200104357 (data obrashcheniya: 30.11.2024).

Сведения об авторах

Ю.В. Чебанова, вед. науч. сотр., канд. биол. наук
Т.А. Земцева, мл. науч. сотр.
Я.Н. Демурин, гл. науч. сотр., д-р биол. наук, профессор

Получено/Received
10.02.2025
Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed
17.02.2025
Получено после доработки/Manuscript revised
25.02.2025
Принято/Accepted
31.03.2025
Manuscript on-line
25.05.2025