

## Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Обзорная статья

УДК 633.854.78:631.52

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-2-190-3-9

### Признак высокоолеиновости в сортах подсолнечника селекции ВНИИМК

Александр Александрович Децына  
Владимир Иванович Хатнянский  
Ирина Викторовна Илларионова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

350038, Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
Тел.: (861) 254-27-91  
sort@vniimk.ru

**Аннотация.** Приведены данные об этапах создания высокоолеиновых сортов подсолнечника селекции ВНИИМК. Анализируются особенности создания такого типа сортов, как Первенец, Круиз и нового перспективного высокоолеинового сортообразца масличного типа С. 849. На основании результатов конкурсного сортоиспытания по показателю урожайности С. 849 достоверно превышает сорт Круиз (на 14 %), при этом в популяции содержание олеиновой кислоты в масле в среднем составляет 88–90 %. В связи с растущим спросом на высокоолеиновые сорта подсолнечника нами получен исходный материал кондитерского типа с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле семян. Проведенная селекционная работа позволила повысить значения признака высокоолеиновости и массы 1000 семян (одного из основных показателей для кондитерского подсолнечника) во всех звеньях селекционного процесса.

**Ключевые слова:** подсолнечник, крупноплодный сорт, масличный сорт, урожайность, жирно-кислотный состав, олеиновая кислота

**Для цитирования:** Децына А.А., Хатнянский В.И., Илларионова И.В. Признак высокоолеиновости в сортах подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2022. Вып. 2 (190). С. 3–9.

UDC 633.854.78:631.52

### Highly oleic varieties of sunflower bred at V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

A.A. Detsyna, head of the lab., leading researcher, PhD in agriculture

V.I. Khatnyansky, head of the department, leading researcher, PhD in agriculture

I.V. Illarionova, senior researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 254-27-91

sort@vniimk.ru

**Abstract.** The stages of development of highly oleic varieties of sunflower bred at V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops are presented. The development of highly oleic sunflower varieties such as Pervenets, Kruiuz and the new promising sample S. 849 is distinguished. Due to the results of a competitive trial, the sample S. 849 exceeded the variety Kruiuz in yield by 14%, and oleic acid content in oil in average is equal 88–90% in a population. The demand for the highly oleic sunflower varieties is growing up. Therefore, we developed initial germplasm of confectionary type with high content of oleic acid in oil of seeds. The conducted breeding work allowed increasing meanings of traits of high oleic acid content and 1000 seeds weight (one of the most important for the confectionary sunflower) in all stages of breeding process.

**Key words:** sunflower, confectionary variety, oil variety, yield, fatty acid composition, oleic acid

**Введение.** В Российской Федерации лидирующее значение среди всех масличных культур занимает подсолнечник, который благодаря выдающемуся вкладу В.С. Пустовойта стал высокомасличной, доходной культурой, широко используемой в народном хозяйстве. При производстве растительного масла именно подсолнечник является основным сырьем.

Масло, полученное из семян подсолнечника, состоит в основном из триглицеридов четырех жирных кислот: олеиновой, линолевой, пальмитиновой и стеариновой, причем в сумме олеиновая и линолевая кислоты составляют около 90 %. В подсолнечнике масличного направления использования олеиновой кислоты в масле содержится 30–35 %, а линолевой 55–60 %. Высокое содержание линолевой кислоты в масле создает сложности при получении высококачественных продуктов в тех отраслях, где применяются высокие температуры,

например, в консервной промышленности или фритюрном производстве [1].

В природных липидах жирные кислоты в свободном состоянии находятся в незначительном количестве, большая их часть сосредоточена в сложноэфирных соединениях: триглицеридах, моно- и диглицеридах, фосфолипидах [2].

Растительные масла широко используются в промышленности, поэтому требования, предъявляемые к качеству и составу масла в зависимости от направления использования, различны, а для отдельных отраслей могут быть даже прямо противоположными. Растительное масло определенного состава может быть идеальным для использования в одной отрасли и совершенно неприемлемым для применения в другой [3].

Для питания человека одним из наиболее полезных растительных масел является оливковое, в котором содержание олеиновой кислоты составляет 75–80 %. У олеиновой кислоты имеется ряд преимуществ: она помогает уменьшить риск сердечно-сосудистых заболеваний и является распространенным компонентом природных растительных масел. Эта мононенасыщенная жирная кислота содержится в оливковом масле, виноградных косточках, авокадо, подсолнечнике, кунжуте, а также в орехах, каштанах, фундуке, фисташках, миндале и арахисе. Высокоолеиновое подсолнечное масло по своим биологическим свойствам практически равноценно оливковому [3].

Одним из основных факторов увеличения объемов производства высокоолеинового подсолнечного масла стало увлечение населения здоровым образом жизни, а также спрос со стороны химической и масложировой промышленности. Крупнейшими потребителями масла данного типа являются европейские переработчики, которые более 10 лет работают в этом секторе. Мировые площади посева под высокоолеиновым подсолнечником постоянно растут. Он активно возделывается в Китае и Канаде, а в США занимает

более 80 % посевных площадей. В 2019 г. посевные площади под высокоолеиновым подсолнечником в ключевых странах-производителях масличной культуры выросли почти на 40 % и составили 1,3 млн га. К сожалению, точной статистики по посевам в России нет, но по существующим оценкам в стране высокоолеинового подсолнечника высевается около 2 % от общей площади, занятой этой культурой [3].

Росту объемов высокоолеинового подсолнечного масла способствует также тот факт, что его срок хранения в четыре раза выше традиционного. В пищевой промышленности высокоолеиновое масло служит идеальным компонентом при производстве маргарина, замороженных полуфабрикатов, а также в производстве снежков, крекеров, сухих завтраков [4].

Наиболее интенсивно селекция на качество масла стала развиваться после разработки английскими учеными А.Т. Джеймсом и А.Т. Мартином в 1952 г. метода газожидкостной хроматографии, позволившего анализировать жирнокислотный состав масла в отдельном семени с сохранением его жизнеспособности. Это дало возможность значительно интенсифицировать исследования по поиску мутаций высокоолеиновости семян и изучению генетического контроля этого показателя. Значительная вариабельность содержания отдельных жирных кислот в сортовых популяциях и отдельных растениях свидетельствует о возможности выделения форм со специфическим составом масла даже на уровне отдельных биотипов.

Выяснением значения отдельных жирных кислот в питании живого организма начали заниматься в начале XX века Джордж и Мария Бурр, ими впервые установлено, что наибольшую физиологическую ценность имеет линолевая кислота, относящаяся к числу так называемых эссенциальных жирных кислот, незаменимых для организма [5].

В нашей стране, как и в мире в целом, селекционные программы по подсолнечнику были традиционно сосредоточены на таких направлениях, как высокая продуктивность, устойчивость к болезням, засухо- и холодостойкость и др. Во Всесоюзном НИИ масличных культур впервые в мире в 1976 г. с помощью химического мутагенеза из сорта ВНИИМК 8931 с последующим самоопылением, а позже – групповым переопылением выделенных высокоолеиновых растений, лучших по этому признаку, К.И. Солдатовым был получен селекционный материал подсолнечника с измененным жирно-кислотным составом масла. Из него позже был выведен высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец. В дальнейшем этот сорт послужил основой для создания простых межлинейных гибридов с повышенным содержанием олеиновой кислоты Краснодарский 885, Кубанский 341, Гермес и др. Создание в России высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец способствовало успешному развитию селекции на изменение жирно-кислотного состава масла в семенах и в других странах.

Основным отличительным признаком сорта Первенец являлось высокое содержание (70–75 %) триацилглицеридов олеиновой кислоты в масле, линолевой – 15–22 %, а сумма пальмитиновой и стеариновой кислот составила 7–9 % [6]. Однако содержание олеиновой кислоты в новом сорте оказалось не достаточно стабильным, кроме того, он отличался также низкой устойчивостью к болезням. Содержание олеиновой кислоты на высоком уровне у сорта Первенец сохранялось при хорошей обеспеченности растений азотом, а при его недостатке количество её заметно снижалось [7].

Применение схемы улучшающего семеноводства (рисунок) с направленным отбором по признаку высокого содержания олеиновой кислоты в масле сортов подсолнечника позволило увеличить значение признака до 78–80 %.

Отличительной особенностью схемы улучшающего отбора является двойной контроль по жирно-кислотному составу.

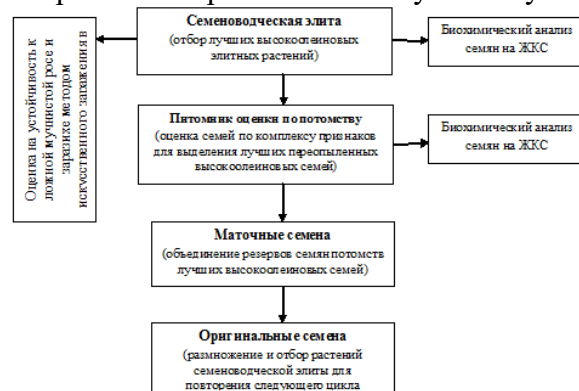


Рисунок – Схема улучшающего отбора на высокую выраженность признака содержания олеиновой кислоты в масле семян в процессе первичного семеноводства подсолнечника [8]

Первый – у отобранных родоначальных растений с выделением семеноводческой элиты с высоким содержанием олеиновой кислоты, второй – у переопыленного потомства высокоолеиновых семей в питомнике оценки по потомству с содержанием олеиновой кислоты 81–90 %. В дальнейшую работу вовлекались семьи с большей долей совпадения результатов по высокому содержанию олеиновой кислоты у родителя и его переопыленного потомства, т.к. только в этом случае наблюдается стабилизация по данному признаку. Семьи, у которых отмечено резкое снижение содержания олеиновой кислоты при переопылении (5–10 % и более), по результатам, полученным в питомниках оценки по потомству, из популяции выбраковывались.

Изучение наследования признака высокого содержания олеиновой кислоты у сорта Первенец показало, что популяционно-генетическая структура высокоолеинового сорта характеризуется гетерогенностью и гетерозиготностью. Около 80 % семян обладают мутантным фенотипом (от 75 до 95 % олеиновой кислоты), а 20 % семян имеют нормальный

фенотип, включая низкоолеиновые семена [8; 9].

Сложность генетического контроля высокоолеиновости связана с влиянием генов модификаторов и температуры воздуха при наливе семян на характер расщепления признака в гибридных потомствах. Хотя процент содержания олеиновой кислоты в масле обусловлен генетически, на него также могут повлиять и другие факторы: почвенно-климатические условия (например, сильная засуха в период налива семян снижает уровень олеиновой кислоты в масле), нарушение технологии выращивания и др. [8].

О немаловажном значении соотношения олеиновой и линолевой кислот в масле в своих исследованиях упоминал Верещагин в 1976 г. [10], обращая внимание на то, что пониженные температуры и связанные с ними другие изменения условий окружающей среды способствуют образованию большего количества непредельных кислот. Повышение среднесуточной температуры при созревании семян подсолнечника с 10 до 27 °С почти не влияло на их масличность, но оказывало сильное действие на жирнокислотный состав масла, уменьшая содержание линолевой кислоты с 70 до 20 % при соответствующем увеличении уровня олеиновой кислоты [2].

Результаты исследований показали, что относительное содержание олеиновой кислоты в масле возрастает в дневное время, а ночью снижается. Обратная картина наблюдается с содержанием линолевой кислоты. В биосинтезе насыщенных жирных кислот – пальмитиновой и стеариновой, также достаточно четко, как в случае с олеиновой кислотой, прослеживается суточная периодичность. Увеличение абсолютного содержания этих кислот происходит только в дневное время суток [11; 12].

Сорт Первенец в хозяйствах Краснодарского края возделывался с 1978 по 1996 гг. На начальном этапе не все семе-

на, поступавшие на маслозаводы, содержали в масле требуемое количество олеиновой кислоты, определенное техническими требованиями ТУ 10 РСФСР 21-109-88 (70–72 %) [13]. Это объяснялось тем, что в одном хозяйстве и даже бригаде возделывали одновременно высокоолеиновый сорт и другие сорта подсолнечника, что приводило к переопылению высокоолеинового сорта пыльцой обычных сортов и, как следствие, к снижению содержания олеиновой кислоты в семенах. Из-за описанных особенностей выращивание высокоолеиновых сортов в мелких фермерских хозяйствах затруднено. Гораздо рентабельнее заниматься выращиванием высокоолеиновых сортов в крупных холдингах, имеющих значительные посевные площади, способные обеспечить изоляцию таких участков, а также комплексы по переработке продукции и налаженные каналы сбыта.

В этой связи важным звеном в системе первичного семеноводства является получение маточных семян хорошего качества, которые формируются из резервов лучших семей, прошедших оценку в питомниках оценки по потомству, превысивших контроль по урожайности, масличности семян, сбору масла и содержанию олеиновой кислоты.

Методом рекуррентного отбора лучших биотипов из сорта Первенец был получен сорт подсолнечника Круиз, более устойчивый к ложной мучнистой росе, фомопсису, подсолнечниковой моли и цветковому паразиту заразихе. Содержание олеиновой кислоты в его масле было стабилизировано и составило 85–88 %. Сорт практически не теряет своих качеств по признаку высокоолеиновости при перекрестном опылении растений. Несмотря на значительную стабилизацию признака высокоолеиновости у нового сорта Круиз, требовалось постоянно проводить жесткую браковку семей с содержанием олеиновой кислоты в семенах ниже 80 %, так как семьи со средним со-

держанием (71–75 %) олеиновой кислоты имеют в своей структуре больше гетерозигот и рецессивных гомозигот по гену О1. Это создает условия, когда семена оказываются нестабильными по признаку высокого содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние стабилизирующего отбора на содержание олеиновой кислоты у сортов Первенец и Круиз в питомниках первичного семеноводства**

г. Краснодар, ВНИИМК, 1994, 1998 гг.

№ группы	Содержание олеиновой кислоты в семянках (n = 40 семян)					
	содержание олеиновой кислоты, %	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	min	max	стандартное отклонение, $S\bar{X}$	коэффициент вариации, % V
Сорт Первенец, 1994 г.						
1	Повышенное (61–70)	65 ± 5,2	25	88	26	40
2	Высокое (71–80)	73 ± 4,0	27	89	20	27
3	Очень высокое (81–90)	83 ± 1,4	50	90	7	8,4
Сорт Круиз, 1998 г.						
2	Высокое (71–80)	75 ± 2,7	46	92	17	23
3	Очень высокое (более 90)	91 ± 0,2	89	93	0,98	1

Используя метод академика В.С. Пустовойта [14], удалось повысить среднее содержание олеиновой кислоты в популяции сорта Круиз до 88 %. Индивидуальный отбор с оценкой по потомству – наиболее точный метод оценки наследственных качеств высокоолеинового сорта. Применяя соответствующие методы селекции, используя плюс варианты, можно выделить из исходного сорта более ценные по содержанию олеиновой кислоты биотипы с амплитудой наследственной изменчивости выше, чем у исходного сорта.

В настоящее время селекционерами ВНИИМК продолжается работа по улучшению хозяйственно полезных признаков высокоолеинового селекционного материала. Выделен селекционный номер (С. 849) с повышенной продуктивностью,

заразиховыносливостью к расе G и стабильно высоким содержанием олеиновой кислоты. Сортообразец превышает по урожайности семян сорт Круиз на 14 %, при этом содержание олеиновой кислоты в масле составляет 88–90 % (табл. 2).

Таблица 2

**Эффективность отбора высокоолеиновых форм у крупноплодного подсолнечника**

г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК, 2017–2021 гг.

Сорт	Вегетационный период, сутки	Масличность, %	Урожайность, т/га	Сбор масла, т/га	Содержание олеиновой кислоты, %
С. 849	88	53,0	3,36	1,60	88–90
Круиз	87	52,2	2,94	1,38	85–88
НСР <sub>05</sub>			0,18		

В последние годы возрос спрос сельскохозяйственного производства на семена крупноплодного (кондитерского) подсолнечника, поэтому перед нами встала задача улучшить его вкусовые качества и полезные свойства. Решить задачу стало возможным путем повышения содержания олеиновой кислоты в масле семян. Для этого, начиная с 2017 г., был проведен ряд скрещиваний, в которых донором высокоолеиновости выступил сорт Круиз, а в качестве реципиента использовали кондитерский сорт подсолнечника Орешек.

Проведенная селекционная работа позволила повысить на всех этапах селекционного процесса выраженность признаков высокоолеиновости (до 90 %) и массы 1000 семян – одного из основных показателей для кондитерского подсолнечника – от 109 до 128 г.

В дальнейшем будет продолжена селекционная работа по увеличению продуктивности и высокоолеиновости перспективного крупноплодного селекционного материала.

**Заключение.** У подсолнечного масла с высоким содержанием олеиновой кислоты большие перспективы по использованию в Российской Федерации и в мире в целом. Селекционная работа по созданию

высокоолеиновых сортов и гибридов подсолнечника будет продолжаться непрерывно, что обусловлено потребностями рынка. Для ускорения создания высокоолеинового крупноплодного подсолнечника требуется выполнение дополнительного объема работ по выделению перспективных биотипов в звеньях первичного семеноводства с целью стабилизации признака высокоолеиновости и крупноплодности у сортов данной культуры.

#### Список литературы

1. *Снесарь Э.В.* Изменение биохимических показателей масел с различным жирно-кислотным составом в процессе хранения // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1978. – Вып. 3. – С. 40–42.

2. *Верещагин А.Г.* Влияние фенотипа и генотипа масличных растений на жирно-кислотный состав масла // Физиология растений. – М., 1976. – Т. 23. – Вып. 3. – 601 с.

3. О перспективах развития рынка высокоолеиновых масел в России: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.brevant.ru/news/high-oleic-oil-perspectives.html> (дата обращения: 01.03.2022 г.).

4. *Бочковой А.Д., Пивненко О.В., Камардин В.А.* Характер формообразовательных процессов при первичном семеноводстве высокоолеиновых линий подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2009. – Вып. 1 (140). – С. 3–5.

5. *Burr G.O., Burr M.M.* A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet // J. Biol. Chem. – 1929. – V. 82. – P. 345–349.

6. *Солдатов К.И., Харченко Л.Н.* Создание методом химического мутагенеза исходного селекционного материала подсолнечника с высоким содержанием в масле олеиновой кислоты. Законченная

работа № 171065106. – Краснодар, 1974. – С. 28.

7. *Панченко Т.А.* Удобрения и качество масла // Масличные культуры. – 1982. – Вып. 1. – С. 26–27.

8. *Децына А.А.* Особенности первичного семеноводства сортов подсолнечника, обладающих качественно новыми признаками: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Александр Александрович Децына. – Краснодар, 2011. – 24 с.

9. *Демури Я.Н.* Генетический анализ и селекционное использование признаков состава жирных кислот и токоферолов в семенах подсолнечника: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Яков Николаевич Демури. – СПб, 1999. – 45 с.

10. *Верещагин А.Г.* Влияние фенотипа и генотипа масличных растений на жирно-кислотный состав масла // Физиология растений. – М., 1976. – Т. 23. – Вып. 3. – 601 с.

11. *Попов П.С.* О суточном ходе биосинтеза жира и отдельных жирных кислот в семенах подсолнечника // Физиология растений. – М., 1973. – Т. 20. – Вып. 5. – С. 900–905.

12. *Dempert W.V., Beringer H.* Einfluss von Reifedauer, Temperatur und Sauerstoffversorgung auf die Bildung von ungesättigten Fettsäuren und Tokerphenolen in Sonnenblumenfrüchten // Pflanzenernähr und Bodenkunde. – 1976. – Hf. 2. – P. 157–167.

13. Подсолнечник высокоолеиновый. Промышленное сырье. Технические условия ТУ 10 РСФСР 21-109-88 (Вводятся впервые). – 1988. – 18 с.

14. *Пустовойт В.С.* Селекция и семеноводство // Сб.: Успехи советской селекции. – М.: Знание, 1967. – С. 15–33.

#### References

1. *Snesar' E.V.* Izmenenie biokhimi-cheskikh pokazateley masel s razlichnym zhirno-kislotnym sostavom v protsesse khraneniya // Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 1978. – Vyp. 3. – S. 40–42.

2. Vereshchagin A.G. Vliyanie fenotipa i genotipa maslichnykh rasteniy na zhirno-kislotnyy sostav masla // Fiziologiya rasteniy. – M., 1976. – T. 23. – Vyp. 3. – 601 s.

3. O perspektivakh razvitiya rynka vysokooleinovykh masel v Rossii: [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.brevant.ru/news/high-oleic-oil-perspectives.html> (data obrashcheniya: 01.03.2022 g.).

4. Bochkovoy A.D., Pivnenko O.V., Kamardin V.A. Kharakter formoobrazovatel'nykh protsessov pri pervichnom semenovodstve vysokooleinovykh liniy podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2009. – Vyp. 1 (140). – S. 3–5.

5. Burr G.O., Burr M.M. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet // J. Biol. Chem. – 1929. – V. 82. – P. 345–349.

6. Soldatov K.I., Kharchenko L.N. Sozdanie metodom khimicheskogo muta-geneza iskhodnogo selektsionnogo materiala podsolnechnika s vysokim sodержaniem v masle oleinoy kisloty. Zakonchennaya rabota № 171065106. – Krasnodar, 1974. – S. 28.

7. Panchenko T.A. Udobreniya i kachestvo masla // Maslichnye kul'tury. – 1982. – Vyp. 1. – S. 26–27.

8. Detsyna A.A. Osobennosti pervichnogo semenovodstva sortov podsolnechnika, obladayushchikh kachestvenno novymi priznakami: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk / Aleksandr Aleksandrovich Detsyna. – Krasnodar, 2011. – 24 s.

9. Demurin Ya.N. Geneticheskiy analiz i selektsionnoe ispol'zovanie priznakov sostava zhirnykh kislot i tokoferolov v semenakh podsolnechnika: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / Yakov Nikolaevich Demurin. – SPb., 1999. – 45 s.

10. Vereshchagin A.G. Vliyanie fenotipa i genotipa maslichnykh rasteniy na zhirno-kislotnyy sostav masla // Fiziologiya rasteniy. – M., 1976. – T. 23. – Vyp. 3. – 601 s.

11. Popov P.S. O sutochnom khode biosinteza zhira i otdel'nykh zhirnykh kislot v semenakh podsolnechnika // Fiziologiya rasteniy. – M., 1973. – T. 20. – Vyp. 5. – S. 900–905.

12. Dempert W.V., Beringer H. Einfluss von Reifedauer, Temperatur und Saurestoffversorgung auf die Bildung von ungesättigten Fettsäuren und Tokopherolen in Sonnenblumenfrüchten // Pflanzenernähr und Bodenkunde. – 1976. – Hf. 2. – P. 157–167.

13. Podsolnechnik vysokooleinovy. Promyshlennoe syr'e. Tekhnicheskie usloviya TU 10 RSFSR 21-109-88 (Vvodyatsya v perye). – 1988. – 18 s.

14. Pustovoyt V.S. Seleksiya i semenovodstvo // V sb.: Uspekhi sovetskoy selektsii. – M.: Znaniye, 1967. – S. 15–33.

#### Сведения об авторах

**А.А. Децына**, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук  
**В.И. Хатнянский**, зав. отд., вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук  
**И.В. Илларионова**, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

*Получено/Received*

31.03.2022

*Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed*

01.04.2022

*Получено после доработки/Manuscript revised*

04.04.2022

*Принято/Accepted*

25.04.2022

*Manuscript on-line*

30.06.2022