

Научная статья

УДК 633.854.78:631.531.02

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-1-197-10-16

Технология первичного семеноводства крупноплодного заразиоустойчивого сорта подсолнечника Казак

Владимир Иванович Хатнянский
Александр Александрович Децына
Ирина Викторовна Илларионова

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

Аннотация. В исследованиях 2021–2023 гг. установлена изменчивость хозяйственно полезных признаков (количество семян с корзинки, масса 1000 семян и масличность) у кондитерского заразиоустойчивого сорта подсолнечника Казак. Цель исследования – изучение особенностей приёмов отбора и оценки хозяйственно полезных признаков заразиоустойчивого кондитерского подсолнечника при проведении работ в звеньях первичного семеноводства. Особенностью первичного семеноводства крупноплодных сортов подсолнечника кондитерской группы является получение требуемого выхода кондиционных семян, показателей массы 1000 семян, масличности, лужистости и др. Важный элемент первичного семеноводства заразиоустойчивых сортов подсолнечника – использование инфицированного заразиоустойчивой расы G фона для отбора устойчивых биотипов. Для характеристики изменчивости признаков использовали следующие статистические показатели: среднее, максимальное и минимальное значения признака, определяли размах изменчивости и коэффициент вариации. Установлено, что при отборе индивидуальных растений семеноводческой элиты у сорта Казак среднее значение признака массы семян с корзинки составило 209 г с колебаниями от 126 до 224 г. Средний показатель масличности семян достигал 42,1 % с колебаниями от 39,4 % до 46,0 %. Средние показатели массы 1000 семян находились на уровне 160 г с колебаниями от 140 до 204 г. Условия года оказывали влияние на степень проявления изученных признаков. Проведенная работа по выбраковке нежелательных биотипов среди семеноводческой

элиты привела к формированию популяции заразиоустойчивого сорта Казак, значительно улучшенной в процессе первичного семеноводства по сравнению с исходным значением по массе 1000 семян – на 8,1 %.

Ключевые слова: подсолнечник, заразиоустойчивый сорт, первичное семеноводство

Для цитирования: Хатнянский В.И., Децына А.А., Илларионова И.В. Технология первичного семеноводства крупноплодного заразиоустойчивого сорта подсолнечника Казак // Масличные культуры. 2024. Вып. 1 (197). С. 10–16.

UDC 633.854.78:631.531.02

Technology of the primary seed production of confectionary broomrape resistant sunflower variety Kazak

Khatnyansky V.I., head of the department, leading researcher, PhD in agriculture
Detsyna A.A., head of the lab., leading researcher, PhD in agriculture
Illarionova I.V., senior researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops
17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 254-27-91
sort@vniimk.ru

Abstract. In 2021–2023, the variability of economically useful traits (seed number per head, weight of 1000 seeds and oil content) in the broomrape-resistant confectionary sunflower variety Kazak was established. The purpose of the research is to study the features of methods for selecting and assessing economically useful traits of broomrape-resistant confectionary sunflower in stages of the primary seed production. A feature of the primary seed production of large-seeded sunflower varieties of the confectionary group is obtaining the required yield of qualitative seeds, indicators of weight of 1000 seeds, oil content, hull content, etc. An important element of the primary seed production of broomrape-resistant sunflower varieties is the usage of a plots infected with broomrape race G for the selection of resistant biotypes. To characterize the variability of traits, the following statistical indicators were used: average, maximum and minimum values of the trait; the range of variability and the coefficient of variation were determined. It was established that when selecting individual plants of the seed-growing elite of the variety Kazak, the average value of the seed weight per a head was 209 g with fluctuations from 126 to 224 g. The average oil content in seeds reached 42.1% with fluctuations from 39.4% to 46.0%. The average weight of 1000 seeds was at the level of 160 g with fluctuations from

140 to 204. The conditions of the year influenced the degree of manifestation of the studied traits. The work done to cull undesirable biotypes among the seed-growing elite led to the formation of a population of the broomrape-resistant variety Kazak, which was significantly improved in the process of the primary seed production compared to the initial value by weight of 1000 seeds – by 8.1%.

Key words: sunflower, broomrape, confectionary variety, primary seed production

Введение. Крупноплодный подсолнечник кондитерского направления как продукт, предназначенный для удовлетворения специфических потребностей в питании человека, животных и птиц, используется уже давно [1]. Ядра подсолнечника являются источником железа, цинка, калия, витаминов В₁ (тиамин), Е (токоферол), а также диетической клетчатки [2]. Все это определяет ценность крупноплодного подсолнечника при использовании его в пищу в сыром и жареном виде.

Многообразие направлений применения кондитерского подсолнечника способствовало широкому распространению его в большинстве стран мира. Так, например, в США уделяется значительное внимание выведению гибридов кондитерского направления с низким содержанием кадмия в ядрах семян для использования в медицинской промышленности [3].

Характерным признаком крупноплодных сортов отечественной селекции является сочетание крупности семян с повышенной по сравнению с иностранными сортообразцами масличностью (45–48 против 20–30 % у зарубежных) и уменьшенным содержанием лузги (25–28 против 35–40 %). Это позволяет расширить диапазон их возможного хозяйственного использования как в качестве кондитерского, так и высокомасличного сырья [4; 5].

В Российской Федерации площадь посева крупноплодного подсолнечника ежегодно составляет более 400 тыс. га, в том числе в Краснодарском крае более 90 тыс. га.

Подсолнечник сегодня – одна из наиболее экономически выгодных культур в России. Вместе с тем средняя урожайность его в нашей стране (2022 г.) составила 1,78 т/га [6] при потенциале современных сортов и гибридов 4,0–4,5 т/га. Одним из основных факторов снижения урожайности подсолнечника является зарази́ха.

Зарази́ха (*Orobanche cumana* Wallr.) – облигатный паразит, широко распространена в большинстве стран мира, возделывающих эту культуру, один из главных ограничивающих факторов в получении высоких урожаев.

Сложность борьбы с зарази́хой заключается в том, что в ходе сопряжённой эволюции растения-хозяина и паразита возникают и распространяются новые, более вирулентные расы, способные поразить ранее устойчивые сорта. Это обстоятельство диктует необходимость постоянно и систематически вести селекционную и семеноводческую работу, направленную на сохранение контроля над зарази́хой.

В 2023 г. на государственное испытание передан новый сорт подсолнечника кондитерского типа Казак, устойчивый к зарази́хе расы G, выведенный ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Новый сорт требует повышенного внимания при работе в звеньях первичного и промышленного семеноводства для гарантированного сохранения высокой массы 1000 семян, продуктивности и зарази́хоустойчивости.

Система семеноводства сортов подсолнечника детально описана в работах академика В.С. Пустовойта [7; 8; 9; 10].

В задачу наших исследований входило изучение особенностей отбора и оценки при проведении работ в звеньях первичного семеноводства нового сорта подсолнечника Казак. Особенностью первичного семеноводства крупноплодных сортов подсолнечника кондитерской группы является получение требуемого выхода кондиционных семян, показателей массы 1000 семян, масличности, лузжистости и

др. Важный элемент первичного семеноводства заразиоустойчивых сортов подсолнечника – использование инфицированного заразионой расы G фона для отбора устойчивых биотипов.

Материалы и методы. Экспериментальная часть работы проводилась на центральной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2021–2023 гг. Отбор семеноводческой элиты выполняли на пространственно изолированном участке, инфицированном семенами заразионой расы G (инфицированный фон ВНИИМК), посеянным вручную квадратно-гнездовым способом 70 × 70 см с оставлением в гнезде после прощипки по одному растению.

В течение вегетации подсолнечника осуществляли тщательные сортопрочистки с удалением, в первую очередь, поражённых заразионой растений до цветения и в период цветения, а также больных и нетипичных (по высоте, фенотипу, срокам цветения и т.д.) биотипов. Поскольку подсолнечник является перекрёстноопыляющейся энтомофильной культурой, важно заблаговременно, до начала цветения, проводить тщательные сортопрочистки с целью выбраковки нежелательных биотипов [11; 12; 13]. В фазе физиологической спелости осуществляли предварительный отбор устойчивых биотипов с этикетированием отобранных растений. Окончательную браковку среди растений будущей семеноводческой элиты проводили во время уборки. Корзинки отобранных растений обмолачивали, семена убирали в отдельный пакет с присвоением ему индивидуального элитного номера.

В лабораторных условиях определяли массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80. Масличность семян устанавливали методом ядерного магнитного резонанса на ЯМР-анализаторе АМВ-1006 по ГОСТ Р8.597-2010. Для определения изменчивости признаков массы 1000 семян, масличности и массы семян с корзинки рассчитывали коэффициент вариации (V) по этим показателям, т. е. стандартное

отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности [11].

По результатам лабораторных анализов выбраковывали нежелательные семьи. Процент выбраковки из исходной популяции в среднем составлял 55–65 %. Лучшие по комплексу признаков семьи в дальнейшем будут изучаться в питомнике оценки потомств на однорядковых делянках по схеме номер-контроль-номер (N-K-N).

Результаты и обсуждение. На начальном этапе первичного семеноводства сорта Казак при визуальной оценке элитных растений особое внимание уделяли отбору устойчивых к заразионой расы G, а также типичных по фенотипу биотипов, так как различия между типичными и отклоняющимися формами не всегда бывают достаточно чёткими. Несмотря на разреженное стояние растений (70 × 70 см) в питомнике отбора, уменьшающее конкуренцию между растениями, а также проведение ряда сортопрочисток, изменчивость сорта по большинству признаков продолжает сохраняться на достаточно высоком уровне.

Необходимо отметить, что существенное влияние на проявление хозяйственно полезных признаков оказывают погодные условия в период вегетации.

Представленные в таблице 1 данные показывают, что погодные условия в годы проведения исследований отличались как недостатком влаги (2022 г.), так и повышенным количеством осадков (2021, 2023 гг.), превышающим среднюю многолетнюю норму на 110 и 42 мм соответственно. Среднесуточная температура воздуха за годы исследований превышала климатическую норму в течение всего периода вегетации. Максимальное превышение среднесуточной температуры воздуха над среднемноголетним значением отмечено в августе во все годы исследований (+4,0; +4,3; +2,8 °C).

Таблица 1

Погодные условия в годы проведения исследований

Месяц	Средняя многолетняя, мм	Год			Средняя многолетняя, °С	Год		
		2021	2022	2023		2021	2022	2023
	Количество осадков, мм (± к средней многолетней)				Средняя температура воздуха, °С (± к средней многолетней)			
Апрель	48	+33	-20	+44	10,9	+1,2	+1,4	+0,7
Май	57	-9	-20	+76	16,8	+2,4	-2,2	-1,2
Июнь	67	+60	-15	-12	20,4	+3,0	+1,7	+0,5
Июль	60	-37	+30	-5	23,2	+3,9	+0,2	+0,4
Август	48	+40	-27	-33	22,7	+4,0	+4,3	+2,8
Сентябрь	38	+23	-37	-28	17,4	+0,6	+3,0	+2,9
Всего за период вегетации	Σ318	+110	-89	+42	Σ111,4	+15,1	+8,4	+6,1

При отборе семеноводческой элиты первоначально проводили анализ индивидуальных растений по признаку массы семян с корзинки. Полученные данные показывают, что исходная популяция отобранных растений отличалась значительной изменчивостью по данному показателю (табл. 2).

Таблица 2

Изменчивость признака массы семян с корзинки у индивидуальных растений подсолнечника при отборе семеноводческой элиты сорта Казак

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021–2023 гг.

Показатель	Значение признака			Размах изменчивости, г
	среднее	максимальное	минимальное	
Исходная популяция				
Масса семян, г/корзинку	198	282	124	158
Колебания по годам, г	165–223	254–345	79–136	175–209
Коэффициент варьирования, %	3,4	9,9	15,9	-
После выбраковки				
Масса семян, г/корзинку	209	224	126	98,0
Колебания по годам, г	179–231	253–332	79–139	174–193
Коэффициент варьирования, %	3,7	9,4	21,3	-

Размах изменчивости признака масса семян с корзинки за период 2021–2023 гг. составил 158 г с колебаниями в пределах от 124 до 282 г, при среднем его значении в исходной популяции 198 г.

Коэффициент варьирования по годам, достигающий 15,9 %, свидетельствует о

существенном влиянии погодных условий на изменчивость данного признака.

После проведения отборов перспективных биотипов по максимальной выраженности признака для последующего изучения в питомнике оценки потомств была сформирована популяция крупноплодных фенотипов подсолнечника, изменчивость которой по признаку массы семян с корзинки заметно уменьшилась, величина коэффициента варьирования при этом составила 9,4–21,3 %. Среднее значение признака, его колебания по годам и коэффициент варьирования практически не изменились – 3,4–3,7 %. В целом по популяции коэффициент варьирования составил 18,7 %, после выбраковки – 9,8 %.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что оценка по признаку массы семян с корзинки является не основным критерием отбора при оценке индивидуальных растений семеноводческой элиты.

При изучении состава популяции по признаку масличности семян наблюдалось почти полное совпадение характеристик совокупности индивидуальных растений как до, так и после проведения выбравок нежелательных биотипов по этому показателю (табл. 3).

Таблица 3

Изменчивость признака масличности семян у индивидуальных растений подсолнечника при отборе семеноводческой элиты сорта Казак

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021–2023 гг.

Показатель	Значение признака			Размах изменчивости, %
	среднее	максимальное	минимальное	
Исходная популяция				
Масличность, %	40,1	45,7	34,7	11,0
Колебания по годам, %	38,7–44,6	47,8–50,0	33,6–34,3	14,2–15,7
Коэффициент варьирования, %	2,6	2,8	2,9	-
После выбраковки				
Масличность, %	42,1	46,0	39,4	6,6
Колебания по годам, %	37,6–43,2	43,8–48,6	34,0–37,1	9,8–11,5
Коэффициент варьирования, %	2,3	2,6	2,1	-

В то же время очевидно, что из исходной популяции удалены биотипы как с крайне высокой, так и с низкой масличностью семян. Доказательством незначительной пропорции выбракованных биотипов является практически неизменное состояние коэффициента варьирования в обеих анализируемых популяциях (8,7 и 8,9 %).

Важно отметить, что для крупноплодных сортов подсолнечника при отборе индивидуальных растений семеноводческой элиты признак масличности семян подвергается незначительной корректировке, что не оказывает существенного влияния на структуру исходной популяции.

Значительное влияние на степень проявления признака масличности, а также отбора желательных биотипов по этому показателю в звеньях первичного семеноводства оказывают условия года. Так, наличие биотипов с высокой масличностью семян (50 %) отмечено только в условиях 2021 г., а максимальная выраженность этого признака – на уровне от 37,1 до 48,6 % – в 2023 г.

Для крупноплодных сортов кондитерского направления масличность семян не является определяющим признаком в системе первичного семеноводства. Однако этот показатель необходимо поддерживать, в том числе и для сорта Казак, на уровне 44–46 % в зависимости от условий года.

Для кондитерских сортов одним из основных признаков отбора и оценки биотипов в процессе первичного семеноводства является показатель массы 1000 семян. Главным направлением эффективности работы по первичному семеноводству кондитерского подсолнечника является достоверный отбор генотипов с максимальным уровнем выраженности этого селекционного признака. После проведения бравок нежелательных биотипов среднее значение признака увеличилось от 148 до 160 г, главным образом за счет удаления мелкосемянных форм с массой 1000 штук менее 114 г (табл. 4).

Таблица 4

Изменчивость признака массы 1000 семян у индивидуальных растений подсолнечника при отборе семеноводческой элиты сорта Казак

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021–2023 гг.

Показатель	Значение признака			Размах изменчивости, г
	среднее	максимальное	минимальное	
Исходная популяция				
Масса 1000 семян, г	148	213	118	95
Колебания по годам, г	136–184	190–240	96–124	94–116
Коэффициент варьирования, %	6,5	4,6	6,5	-
После выбраковки				
Масса 1000 семян, г	160	204	140	64
Колебания по годам, г	153–196	180–240	114–153	66–87
Коэффициент варьирования, %	1,6	4,3	0,6	-

В результате минимальное значение признака в популяции повысилось от 118 до 140 г, при этом значительно уменьшилось его варьирование по годам.

В итоге проведенных индивидуальных отборов была сформирована улучшенная по исследуемым признакам популяция семеноводческой элиты сорта Казак для дальнейшего изучения в питомниках оценки потомств (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика заразиоустойчивого крупноплодного сорта подсолнечника Казак

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, КСИ*, 2022–2023 гг.

Сорт	Вегетационный период, сутки	Высота растения, см	Натура, г/л	Масса 1000 семян, г	Масличность, %	Урожайность, т/га
Казак	96	193	360	100	46,9	3,20
СПК плюс – стандарт	98	202	354	106	46,7	3,24
НСР ₀₅						0,18

*при густоте стояния 40 тыс. шт/га

Сорт подсолнечника кондитерского типа Казак (элитный номер 880) был получен в рамках селекционно-генетической программы создания форм крупноплодного подсолнечника, устойчивого к заразиоустойчивости расы G. Новый сорт обладает высокой урожайностью, толерантен к фомопсису, выровнен по высоте растений, цветению и созреванию, спосо-

бен наиболее полно использовать ресурсы среды в большинстве хозяйств Северо-Кавказского, Центрально-Черноземного, Средневолжского, Нижневолжского регионов.

Заключение. В процессе первичного семеноводства крупноплодный заразиоустойчивый сорт подсолнечника Казак заметно улучшен по крупности семян в сравнении с исходной популяцией (на 8,1 %), с сохранением на высоком уровне комплекса других важных хозяйственно полезных признаков. Несмотря на изменчивость основных признаков, а именно, варьирование по массе семян с корзинки (3,4–3,7 %), масличности (2,3–2,6 %) и массе 1000 семян (2,3–2,6 %), структура популяции сорта Казак остаётся стабильной благодаря эффективной системе первичного семеноводства сортов подсолнечника, разработанной академиком В.С. Пустовойтом.

Список литературы

1. *Lofgren J.R.* Quality and production of sunflower for human food // In: Proc. of 13th Int. Sunflower Conf., Pisa, Italy, 7–11 September, 1992. – P. 1626–1631.
2. *Попов П.С., Харченко Л.Н., Демури Я.Н.* Химический состав растений // В кн.: Биология, селекция и возделывание подсолнечника. – М.: ВО Агропромиздат, 1992. – С. 28–34.
3. *Chaney R.L., Li Y.M., Schneiter A.A., Green C.E., Miller J.F., Hopkins D.G.* Progress in developing technologies to produce low Cd concentration sunflower kernels // Proc. Sunfl. Res. Workshop, Fagro, January 14–15, 1993. – P. 80–92.
4. *Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Камардин В.А.* Изменчивость индивидуальных растений крупноплодного сорта СПК при отборе семеноводческой элиты // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 3–10.
5. *Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Камардин В.А.* Характер формообразовательных процессов в питомниках первичного семеноводства крупноплодного сорта подсолнечника СПК // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 9–18.
6. Минсельхоз РФ: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mcsx.ru/> (дата обращения: 05.12.2023).
7. *Пустовойт В.С.* Результаты и перспективы селекции и семеноводства подсолнечника. Избранные труды. – М.: Колос, 1966. – С. 193–209.
8. *Пустовойт В.С.* Селекция и семеноводство подсолнечника // Сб.: Успехи советской селекции. – М.: Знание, 1967. – С. 15–33.
9. *Пустовойт В.С., Онищенко М.А.* Система семеноводства подсолнечника и её эффективность // Сб.: Селекция и семеноводство масличных культур. – Краснодар, 1972. – С. 23–26.
10. *Пустовойт В.С.* Селекция и семеноводство подсолнечника // В кн.: Подсолнечник. – М.: Колос, 1975. – С. 136–277.
11. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. *Щербина В.И., Романюк Г.Т.* Работы по селекции и семеноводству подсолнечника на Армавирском опорном пункте Всесоюзного научно-исследовательского института масличных и эфиромасличных культур (ВНИИМЭМК) // В кн.: Масличные и эфиромасличные культуры. – М.: Колос, 1964. – С. 56–67.
13. *Пустовойт Г.В., Суrowикин В.Н., Онищенко М.А., Илатовский В.П., Бородин С.Г.* Сортовые семена: приёмы выращивания // Сельские зори. – 1985. – № 10. – С. 7–9.

References

1. *Lofgren J.R.* Quality and production of sunflower for human food // In: Proc. of 13th

Int. Sunflower Conf., Pisa, Italy, 7–11 September, 1992. – P. 1626–1631.

2. Popov P.S., Kharchenko L.N., Demurin Ya.N. Khimicheskiy sostav rasteniy // V kn.: Biologiya, selektsiya i vozdeleyvanie podsolnechnika. – M.: VO Agropromizdat, 1992. – S. 28–34.

3. Chaney R.L., Li Y.M., Schneiter A.A., Green C.E., Miller J.F., Hopkins D.G. Progress in developing technologies to produce low Cd concentration sunflower kernels // Proc. Sunfl. Res. Workshop, Fagro, January 14–15, 1993. – P. 80–92.

4. Bochkovoy A.D., Khatnyanskiy V.I., Kamardin V.A. Izmenchivost' individual'nykh rasteniy krupnoplodnogo sorta SPK pri otbore semenovodcheskoy elity // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. Byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 2 (174). – S. 3–10.

5. Bochkovoy A.D., Khatnyanskiy V.I., Kamardin V.A. Kharakter formoobrazovatel'nykh protsessov v pitomnikakh pervichnogo semenovodstva krupnoplodnogo sorta podsolnechnika SPK // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 3 (175). – S. 9–18.

6. Minsel'khoz RF: [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://www.mcx.ru/> (data obrashcheniya: 05.12.2023).

7. Pustovoyt V.S. Rezul'taty i perspektivy selektsii i semenovodstva podsolnechnika. Izbrannye trudy. – M.: Kolos, 1966. – S. 193–209.

8. Pustovoyt V.S. Seleksiya i semenovodstvo podsolnechnika // Sb.: Uspekhi sovet'skoy selektsii. – M.: Znanie, 1967. – S. 15–33.

9. Pustovoyt V.S., Onishchenko M.A. Sistema semenovodstva podsolnechnika i ee effektivnost' // Sb.: Seleksiya i semenovodstvo maslichnykh kul'tur. – Krasnodar, 1972. – S. 23–26.

10. Pustovoyt V.S. Seleksiya i semenovodstvo podsolnechnika // V kn.: Podsolnechnik. – M.: Kolos, 1975. – S. 136–277.

11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

12. Shcherbina V.I., Romanyuk G.T. Raboty po selektsii i semenovodstvu podsolnechnika na Armavirskom opornom punkte Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh i efiromaslichnykh kul'tur (VNIIMEMK) // V kn.: Maslichnye i efiromaslichnye kul'tury. – M.: Kolos, 1964. – S. 56–67.

13. Pustovoyt G.V., Surovikin V.N., Onishchenko M.A., Ilatovskiy V.P., Borodin S.G. Sortovye semena: priemy vyrashchivaniya // Sel'skie zori. – 1985. – № 10. – S. 7–9.

Сведения об авторах

В.И. Хатнянский, зав. отд., вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

А.А. Децына, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

И.В. Илларионова, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Получено/Received

30.01.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

08.02.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

14.02.2024

Принято/Accepted

13.03.2024

Manuscript on-line

30.05.2024