

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КУНЖУТА В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. П. Збраилова, научный сотрудник, zbrailovalyudmila@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0002-6201-2408;

Т. Н. Лучкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Luchkina.tanya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

Е. А. Крат-Кравченко, аналитик, krat-krawchenko.elena@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7478-1717
*Донская опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский
институт масличных культур имени В. С. Пустовойта»,
346754, Ростовская обл., Азовский р-он, п. Опорный, ул. Жданова, 2; e-mail: gnudos@mail.ru*

С 2018 по 2020 гг. на Донской опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК изучалась коллекция сортообразцов кунжута различного эколого-географического происхождения. Исследования проводили в рамках Государственного задания № 0684-2019-0013 «Создание нового исходного материала и получение сортов и гибридов масличных культур: подсолнечника, горчицы, льна». Сохранение генофонда основных масличных культур. Целью исследований явилось изучение морфобиологических признаков образцов кунжута различного эколого-географического происхождения, изучение особенностей роста и развития светло- и темносемянных групп, выявление образцов с положительными хозяйственно ценными признаками. Цвет семян кунжута связан с их биохимическими функциями, участвующими в белковом и масляном обмене, а также с содержанием антиоксидантов (Cui et al., 2021). Изучая коллекционные образцы по комплексу признаков, необходимо выделить наиболее перспективные (Башлакова и Синцова, 2021). Они должны обладать высокой продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным условиям региона возделывания. Необходимо обратить внимание на длину вегетационного периода, форму, расположение и растрескиваемость коробочек (Калицкая и др., 2021). В статье приведены результаты исследований сортообразцов кунжута коллекции ВИР. Дана сравнительная характеристика светло- и темносемянных групп. Описаны различия по основным хозяйственно ценным признакам, фенологическим фазам, жирно-кислотному составу. Определен диапазон варьирования между группами – периода вегетации, жирно-кислотному составу и другим хозяйственно ценным признакам. Фенологические наблюдения показали, что размах варьирования по вегетационному периоду и высоте растений в группе с темными семенами шире, чем у светлосемянных образцов. Урожайность в светлосемянной группе составила 0,56–0,62 т/га, что на 0,13–0,24 т/га выше образцов с темными семенами с урожайностью 0,32–0,49 т/га. Размах варьирования внутри групп составил 0,16 т/га у светло- и 0,17 т/га у темносемянных образцов. Масличность в светлосемянной группе также выше образцов с темными семенами на 0,8–1,2 %, размах варьирования внутри светлосемянной группы составил 2,9 % и 2,5 % у образцов с темными семенами. Масса 1000 семян находилась практически на одном уровне между группами и составила 2,9–3,0 г у светлосемянных образцов и 2,9–3,1 г у темносемянных.

Ключевые слова: кунжут, коллекция, масличность семян, урожайность, цветение, варьирование признаков.

Для цитирования: Збраилова Л. П., Лучкина Т. Н., Крат-Кравченко Е. А. Изучение коллекционных образцов кунжута в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 40–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-40-46.



STUDY OF THE COLLECTION SESAME SAMPLES IN THE ROSTOV REGION

L. P. Zbrailova, researcher, zbrailovalyudmila@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6201-2408;

T. N. Luchkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, Luchkina.tanya@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

E. A. Krat-Kravchenko, analyst, krat-krawchenko.elena@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7478-1717
*Don Experimental Station, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
“Federal Research Center “All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V. S. Pustovoi”,
346754, Rostov region, Azov district, v. of Oporny, Zhdanov Str., 2; e-mail: gnudos@mail.ru*

From 2018 to 2020, there was studied a collection of sesame varieties of various ecological and geographical origin at the Don Experimental Station, a branch of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Center VNIIMK. The research was carried out within the framework of State assignment No. 0684-2019-0013 ‘Development of new source material and identifying varieties and hybrids of oilseeds: sunflower, mustard, flax. Preservation of the gene pool of the main oilseeds’. The purpose of the current research was to study the morphobiological characteristics of sesame samples of various ecological and geographical origin, to study the growth and development of light- and dark-seeded groups, to identify samples with positive economically valuable traits. The color of sesame seeds is associated with their biochemical functions involved in protein and oil metabolism, as well as with the content of antioxidants (Chengqi et al., 2021). Studying collection samples by a set of traits, it is necessary to identify the most promising ones (Bashlakova, Sintsova, 2021). They must have high productivity, resistance to unfavorable conditions of the cultivation region. It is necessary to pay attention to a length of a vegetation period, a shape, location and capsules’ cracking. (Kalitskaya, Sinegovskaya et al., 2021). The current paper has presented the study results of sesame varieties from the VIR collection. There has been presented a comparative characteristic of light- and dark-seeded

groups. There have been described the differences in the main economically valuable traits, phenological phases, and fatty acid composition. There has been established a range of variation between groups with different vegetation periods, fatty acid composition and other economically valuable traits. Phenological observations have shown that the range of variation in a vegetation period and plant height in the dark-seeded group was wider than in light-seeded samples. Productivity of the light-seeded group was 0.56–0.62 t/ha, which was 0.13–0.24 t/ha higher than the dark-seeded samples with 0.32–0.49 t/ha. The range of variation within the groups was 0.16 t/ha for light-seeded and 0.17 t/ha for dark-seeded samples. The oil content in the light-seeded group is also higher than the samples with dark seeds on 0.8–1.2 %, the variation range within the light-seeded group was 2.9 % and 2.5 % within the dark-seeded group. 1000-seed weight was practically at the same level between the groups and amounted to 2.9–3.0 g for light-seeded samples and 2.9–3.1 g for dark-seeded samples.

Keywords: sesame, collection, oil content of seeds, productivity, flowering, variation of traits.

Введение. Растительный мир представлен большим разнообразием культур, масла которых уникальны по составу и свойствам. Одно из лидирующих мест по содержанию этого продукта в семенах (до 63 %) занимает кунжут. Кунжут относится к роду *Sesamum* L., который, по последним данным, включает около 38 видов. Его родиной многие считают Южную Африку, другие Южную Азию, в частности Индию, где произрастает большое разнообразие форм кунжута, но, несмотря на это, единственный распространенный культурный вид – *Sesamum indicum* L. в диком виде встречается только в Африке (Кишлян и др., 2021). На своей родине кунжут мог расти на любых почвах и занимал большие площади. Местные сорта считались непревзойденными. Мобилизация генетических ресурсов растений в коллекцию ВИР с территории Южной и Юго-Восточной Азии пришлось на конец 70-х – 80-е гг. XX века (Лоскутова и Озерская, 2021).

Кунжутное масло и семена считаются важным источником продуктов питания человека. При холодном прессовании масло из светлых семян имеет высокое содержание витаминов В, Е, С, К, РР, магния, железа, йода, цинка, минералов, жирных кислот и отличные вкусовые качества. В странах Востока в пищу употребляют не только семена и масло, для приготовления различных салатов используют молодые листья и ветви кунжута. Широко применяется кунжут в медицине и парфюмерии для приготовления мазей, эмульсий, инъекционных растворов, ароматических масел. При горячем прессовании получают техническое масло, используемое в производстве косметики. Масло из черных семян имеет более сильный аромат и яркий вкус, что имеет важное значение при производстве приправ.

Светлые семена применяют в кулинарии и выпечке. Семена черной группы, помимо повышенного содержания антиоксидантов, характеризуются более насыщенным ароматом. Однако вне зависимости от окраски семена кунжута обладают сходными характеристиками и одинаково полезны для организма человека. В составе белых семян содержится до 64 % масла, 22 % белков, 17 % углеводов, витамины группы А, Е, В, С, РР, магний, кальций, железо, фосфор, цинк, жирные кислоты, в малой дозе никотиновая кислота. Масло, полученное холодным прессованием, по вкусу не уступает оливковому (йодное число 103–112). Состав семян черного кунжута также характеризу-

ется высоким содержанием липидов, белка (19,4 %), и минеральных веществ (4,3 %), богат витаминами групп А и В. Белосемянные сорта уступают темnoseмянным по количеству антиоксидантов, но оба вида богаты сезамином, сезамололином, а также фитостеролами, способствующими производству коллагена и гиалуроновой кислоты (Кишлян и др., 2021, Mei et al., 2017). Целью исследований явилось изучение морфобиологических признаков образцов кунжута различного эколого-географического происхождения, изучение особенностей роста и развития светло- и темnoseмянных групп, выявление образцов с положительными хозяйственно ценными признаками.

Материалы и методы исследований.

В течение трех лет (2018–2020 гг.) изучалось 60 сортообразцов кунжута различного эколого-географического происхождения: из России – 7 образцов, Узбекистана – 16, Таджикистана – 4, Туркменистана – 4, Кении – 7, Ирана – 5, Венесуэлы – 2, Индии – 10, Украины – 1, Китая – 4.

Для изучения коллекции питомники светло- и темnoseмянных сортообразцов высевались отдельно на 5-рядковых делянках с шириной междурядий 0,7 м, длиной 2 м, в 2-кратной повторности с учетной площадью 4,2 м² (3 ряда). Норма посева: 35–40 шт./м², глубина заделки семян – 2–3 см. Оценку условий естественного увлажнения проводили исходя из значений гидротермического коэффициента (ГТК) по формуле Г. Т. Селянинова.

Масличность семян определена с использованием ЯМР анализатора АМВ-1006 М. Жирнокислотный состав определяли в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК на газовом хроматографе «Хроматек-Кристалл 5000» с автоматическим дозатором ДАЖ-2М на капиллярной колонке SolGelWax 30 м x 0,25 мм x 0,5 мкм в токе газа-носителя гелия со скоростью 22 см/с, с программированием температуры в пределах 178–230 °С. Анализ выполнен в соответствии с ГОСТ Р 51486-99 и ГОСТ Р 51483-99. Исследования, биометрические измерения, учеты и статистическую оценку экспериментальных данных осуществляли по методике полевого опыта.

Проявление особо значимых признаков во многом зависит от места произрастания и условиях их выращивания (Минакова и др., 2014).

Кунжут известен не только высоким содержанием масла и антиоксидантными свойствами

ми, но и своей устойчивостью к изменению климата (Berhe et al., 2021).

Территория Донской опытной станции находится в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области. Погодные условия в годы исследований характеризовались недостаточным увлажнением почвы, высокими дневными температурами в летний период, о чем свидетельствует низкий гидротермический коэффициент (0,36–0,59) периода вегетации кунжута, сумма положительных температур (3284–3411 °С), количество выпавших осадков за период роста и развития культуры составило 504,2–595,8 мм.

Погодные условия 2018 г. были неблагоприятными для роста и развития растений. Резкое нарастание средних температур до 25 °С в начале апреля иссушили поверхностный слой почвы. Осадки, выпавшие в мае (25,7 мм), позволили провести посев в третьей декаде мая. Запасы влаги были минимальными. Небольшие осадки, выпавшие в июне (3,5 мм), в сочетании с высокими температурами (20,7–29,5 °С) отрицательно сказались на прорастании семян. За вегетационный период кунжута (июнь–сентябрь) выпало 137,7 мм осадков. Осадки были

неравномерными и носили ливневый характер. Гидротермический коэффициент составил 0,59. Вегетационный период находился в пределах 132–135 суток.

В 2019 г. благоприятные условия для посева кунжута были в третьей декаде мая. Осадки, выпавшие в мае (51,0 мм), позволили провести посев во влажную почву. В летние месяцы температура в дневные часы достигала 39–41 °С в тени, относительная влажность составила 33–36 %. Отсутствие достаточного количества влаги в сочетании с высокими температурами отрицательно сказались на росте и развитии растений. Всего за вегетационный период кунжута (июнь–сентябрь) выпало 111,4 мм осадков. ГТК за этот период составил 0,36.

Погодные условия 2020 г. были благоприятными для посева кунжута. Осадки в мае (71,1 мм) способствовали успешной закладке опытов, в июне (34,3 мм) помогли дружному появлению всходов. Всего за время вегетации растений кунжута выпало 229,1 мм, ГТК составил 0,59. В таблице 1 представлены данные гидротермического коэффициента и влияние его на проявление фенологических фаз образцов кунжута.

Таблица 1. Влияние ГТК на вегетационный период образцов кунжута
Table 1. Effect of HTC on a vegetation period of sesame samples

Год	ГТК периода вегетации	Основные фенологические фазы			Вегетационный период, сутки	Сумма положительных температур периода вегетации
		Всходы, сутки	Начало цветения, сутки	Созревание, сутки		
2018	0,59	23.05–29.05	12.07–15.07	05.10–08.10	132–135	3284
2019	0,36	03.06–06.06	13.07–17.07	21.09–28.09	110–114	3289
2020	0,59	23.05–25.05	29.06–05.07	14.09–21.09	114–119	3411

Контрастные условия в годы исследований позволили оценить влияние погодных условий на формирование урожайности, масличности, массы 1000 семян коллекционных образцов кунжута.

В течение трех лет посев коллекции кунжута проводили в конце мая – начале июня. За годы исследования вегетационный период составил от 112 до 138 суток. Отмечено, что в 2019 г. развитие растений проходило в условиях сильной засухи (ГТК = 0,36). Дефицит осадков привел к сокращению вегетационного периода кунжута и снижению его продуктивности.

Результаты и их обсуждение. Форма ветвления является одним из важных компонентов строения растений, играющая важную роль в агротехнике выращивания кунжута (Mei et al., 2017).

В результате исследования отмечены коллекционные образцы, отличающиеся формой и окраской стебля. Цвет стебля преимущественно зеленый (К-1298, К-1748) или желтый (К-395, К-899), реже антоциановый (К-5), прямой 4- (К-1298, К-395) или 8-гранный (К-1516), высотой до 1,5 м. У большинства образцов К-1024, К-870, К-1516 стебель ветвистый (рис. 1). Листья, крепящиеся к основанию стебля, имеют длинный черешок, который уменьшается по распо-

ложению его вверх. Нижние листья цельные или рассеченные, ближе к верху приобретают ланцетовидную форму. На рисунке 2 показаны формы листа кунжута по их расположению на растении.



Рис. 1. Растения кунжута
Fig. 1. Sesame plants



Рис. 2. Формы листовой пластинки растений кунжута
Fig. 2. Leaf blade shapes of sesame plants

Изучение цветения сортообразцов коллекции на Донской станции показало, что образцы с темными семенами не имеют так называемого «тигрового язычка» внутри цветка: К-5, К-64, К-77, К-1516. Цветок таких образцов чисто белый или имеет бледно-розовую дорожку. Цветки растений белосемянных форм обладают крапчатостью язычка – К-1748, К-899, К-395 (рис. 3, 4).

Из наблюдений отмечено, что образование в пазухе листа одного цветка и впоследствии одной коробочки свойственно ветвистым формам кунжута – К-1024, К-870. У маловетвистых форм преобладает развитие в пазухе трех цветков.

Плод кунжута – удлиненная (до 3,5 см) трех-, четырех- или восьмигранная коробочка с круглым основанием и конической верхушкой. Размер, форма коробочек и количество плодолистиков также различно. Отмечено, что в потомстве сорта Солнечный встречаются от четырех- до 8-гнездных коробочек на одном растении, то есть в пределах одного растения наблюдаются признаки различных подвидов кунжута.



Рис. 3. Цветки темносемянных образцов
Fig. 3. Flowers of dark-seeded samples



Рис. 4. Цветки белосемянных образцов
Fig. 4. Flowers of white-seeded samples

Разнообразие форм, размеров, степени опушенности и количества гнезд коробочек, а также их расположение на растении представлены на рисунке 5.

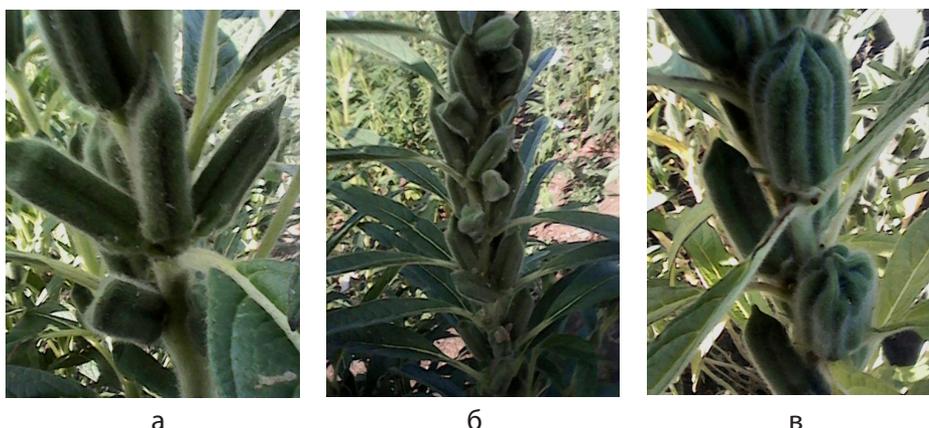


Рис. 5. Разнообразие форм и расположение коробочек на растениях кунжута:
а – 4-, б – 6-, с – 8-гнездные коробочки

Fig. 5. Variety of shapes and placement of sesame capsules:
а – 4-, б – 6-, с – 8-celled capsules

Изучение коллекции кунжута в условиях недостаточного увлажнения показало отличие по особо значимым признакам как внутри групп, так и между ними.

В таблице 2 представлены сортообразцы обеих групп с лучшими показателями хозяйственно ценных признаков. Отмечен размах вариации особо значимых признаков в светло- и темносемянной группах.

Таблица 2. Образцы кунжута с лучшими показателями хозяйственно ценных признаков светло- и темносемянных групп
Table 2. Sesame samples with the best economically valuable traits of white- and dark-seeded groups

Сорт	Вегетационный период, сутки	Высота растений, см	Урожайность семян		Масличность семян		Масса 1000 семян, г
			т/га	V, %	%	V, %	
Светлосемянная группа							
К-1748 Солнечный, Россия	116	115	0,62	29,3	63,2	2,0	3,0
К-899 Кубанец 55, Россия	114	103	0,56	30,1	60,7	2,1	2,9
К-395, Россия	115	107	0,54	30,6	60,3	1,8	2,9
К-1550 Донской белосемянный, Россия	116	112	0,53	25,9	61,9	1,1	2,9
К-1298 Юбилейный, Россия	116	112	0,46	15,3	60,8	1,5	3,0
Темносемянная группа							
К-5, Узбекистан	112	125	0,49	15,2	62,0	1,7	3,0
К-64, Узбекистан	138	100	0,32	24,8	61,3	1,1	3,1
К-77, Узбекистан	131	110	0,36	15,9	60,0	2,1	3,1
К-1516, Венесуэла	128	107	0,36	16,2	59,5	2,0	2,9
НСР _{0,5}	–	–	0,09	–	0,34	–	–

В условиях недостаточного увлажнения Ростовской области период всходы –цветение составляет 35–50 суток (К-1748, К-64). Цветение, время перехода от вегетативного к репродуктивному росту – одно из наиболее важных событий в жизненном цикле кунжута. Культура является растением короткого дня, и ее цветение в значительной степени зависит от фотопериода (Zhou et al., 2018). Вегетационный период внутри групп у образцов со светлыми семенами составил 114–116 суток: К-1748, К-899, К-395, К-1298; и 112–138 суток у темносемянных сортов: К-5, К-64, что на 24 суток больше светлосемянной группы. Раннеспелым (112 суток) в группе с темными семенами отмечен сортообразец К-5, более поздними (131–138 суток) – К-64, К-77. Высота растений у светлосемянной группы варьировала в пределах 103–115 см, темносемянная группа более высокорослая – 100–125 см. По вегетационному периоду и высоте растений варьирование в группе с темными семенами шире, чем у светлосемянных образцов.

Урожайность светлосемянной группы составила 0,56–0,62 т/га, темносемянная имела урожайность 0,32–0,49 т/га. Масличность в группе со светлыми семенами составила 60,3–63,2 %, у темносемянной группы она была 59,5–62,0 %. По урожайности диапазон варьирования между группами составил 0,13–0,24 т/га, по масличности – 0,8–1,2 %. Коэффициент вариации у выделенных образцов по урожайности составил 15,2–30,6 %, по масличности – 1,1–2,1 %. Масса 1000 семян находилась в пределах 2,9–3,1 г.

Высокое содержание масла в семенах кунжута представляет интерес при оценке его жирнокислотного состава. Количество, качество и жирнокислотный состав масла во многом зависят от генотипа, условий и региона выращивания кунжута (Кишлян и др., 2021). С высокой урожайностью по годам (V = 30,1–30,6 %) выделены образцы К-899, К-395, по масличности – К-899, К-77 (V = 2,1 %).

Анализ жирнокислотного состава изученных 60 образцов в условиях Донской опытной станции представлен в таблице 3.

Таблица 3. Размах варьирования основных жирных кислот масла семян кунжута в зависимости от окраски

Table 3. Range of variation of the main fatty acids of sesame seed oil depending on color

Жирные кислоты, %	Группа			
	Светлосемянные	Темносемянные	max	min
Пальмитиновая	7,18–9,04	7,75–9,04		
Средняя	8,11	8,39	9,04	7,18
R	1,86	1,29		
Пальмитолеиновая	0,09–0,12	0,09–0,13		
Средняя	0,11	0,11	0,13	0,09
R	0,03	0,04		
Стеариновая	4,96–5,29	5,04–5,76		
Средняя	5,13	5,40	5,76	4,96
R	0,33	0,72		

Продолжение табл. 3

Жирные кислоты, %	Группа			
	Светлосемянные	Темносемянные	max	min
Олеиновая	41,61–44,57	40,64–44,41		
Средняя	43,09	42,52	44,57	40,64
R	2,96	3,77		
Линолевая	40,41–44,55	40,03–43,73		
Средняя	42,48	41,88	44,55	40,03
R	4,14	3,70		
Линоленовая	0,30–0,36	0,29–0,37		
Средняя	0,33	0,33	0,37	0,29
R	0,06	0,08		

Примечание. *R – размах вариации. $R = X_{\max} - X_{\min}$.

Минимальный размах варьирования между темно- и светлосемянной группами определен в пальмитолеиновой (0,03–0,04 %) и линоленовой (0,06–0,08 %) жирных кислотах, максимальный – в содержании пальмитиновой (1,29–1,86 %), стеариновой (0,33–0,72 %), олеиновой (2,96–3,77 %), линолевой (3,70–4,14 %). По остальным жирным кислотам существенной разницы не отмечено.

Высокое содержание олеиновой кислоты в масле светлосемянной группы выявлено у сортов К-1748 (42,35 %), К-395 (43,50 %); К-899 (44,57 %), в темносемянной группе – у образцов К-5 (44,41 %), К-77 (43,05 %).

В таблице 4 отмечены лучшие сортообразцы, имеющие высокие показатели содержания жирных кислот в группах.

Таблица 4. Содержание олеиновой и линолевой кислот в светло- и темносемянных группах
Table 4. Percentage of oleic and linoleic acids in white- and dark-seeded groups

Сортообразец	Кислота	
	Олеиновая, %	Линолевая, %
Светлосемянная группа		
К-1748 Солнечный, Россия	42,35	43,78
К-899 Кубанец 55, Россия	44,57	40,41
К-1298 Юбилейный, Россия	41,61	44,55
К-1550 Донской белосемянный, Россия	41,63	42,81
К-395, Россия	43,50	42,89
Темносемянная группа		
К-5, Узбекистан	44,41	43,73
К-64, Узбекистан	41,62	43,56
К-77, Узбекистан	43,05	43,47
К-1516, Венесуэла	40,64	40,03

Лучший показатель линолевой кислоты в белосемянной группе отмечен у сортообразцов К-395 (42,89 %), К-1748 (43,78 %), К-1298 (44,55 %). В темносемянной группе высокое содержание данной кислоты выявлено у образцов К-5 (43,73 %), К-64 (43,56 %), К-1516.

Выводы. На основании трехлетнего изучения изменчивости биохимических показателей у 60 образцов кунжута установлено снижение масличности семян в условиях засушливого 2019 г. и увеличение этого показателя в благоприятные 2018 и 2020 годы.

Коэффициент вариации у выделившихся образцов составил: по урожайности –

15,2–30,6 %, по масличности – 1,1–2,1 %. С высокой урожайностью по годам ($V = 30,1–30,6$ %) выделены образцы К-899, К-395, по масличности – К-899, К-77 ($V = 2,1$ %).

По комплексу признаков в светлосемянной группе выделен образец К-1748, в темносемянной – К-5.

По результатам изучения хозяйственно ценных признаков коллекционных образцов кунжута выделены лучшие сортообразцы в двух группах, которые авторы рекомендуют для дальнейшей селекционной работы.

Библиографические ссылки

1. Башлакова О. Н., Синцова Н. Ф. Сравнительная оценка гибридов картофеля в экологическом испытании // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 1. С. 25–27. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/25-27.
2. Кишлян Н. В., Асфандиярова М. Ш., Якушева Т. В., Дубовская А. Г. Биологические особенности и возделывание кунжута (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182(4). С. 156–162. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-156-165.
3. Калицкая Н. Г., Синеговская В. Т., Кобозева Т. П. Оценка межвидовых и внутривидовых гибридов сои первого поколения // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 6. С. 4–5. DOI: 10.30850/vrsn/2021/6/4-7.

4. Лоскутова Н.П., Озерская Т.М. Мобилизация генетических ресурсов растений с территории Южной и Юго-Восточной Азии // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182(1). С. 186–189. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-186-198.
5. Минакова А.Д., Щербаклова В.Г., Суруханова И.В., Лобанов В.Г. Влияние почвенно-климатических условий на биохимические особенности белкового комплекса семян кунжута // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2014. № 4(340). С. 24–27.
6. Berhe M., Dossa K., You J., Mboup P.A., Diallo I.N., Diouf D., Zhang X., Wang L. Genome-wide association study and its applications in the non-model crop *Sesamum indicum* // *Navy Plant Biology*. 2021. Vol. 21(1), P. 283. DOI: 10.1186/s12870-021-03046-x.
7. Mei H., Liu Y., Du Z., Wu K., Cui C., Jiang X., Zhang H., Zheng Y. Construction of a high-density genetic map and gene mapping of the shape of the basal branching and flowers in the leaf axil of sesame // *Plant Science*. 2017. Vol. 8, P. 636. DOI: 10.3389/fpls.2017.00636.
8. Cui C., Liu Y., Liu Y., Cui X., Song Z., Song Z., Du Z., Wu K., Jiang X., Mei H., Zheng Y. Genome-wide associative study of sesame seed peel coloration (*Sesamum indicum* L.) // *PLOS ONE*. 2021. Vol. 16(5), P. e0251526. DOI: 10.1371/journal.pone.0251526.
9. Zhou R., Liu P., Li D., Zhang S., Wei X. Photoperiod response-related gene *SiCOL1* contributes to flowering in sesame. *BMC Plant Biol.* 2018. Vol. 18(1), P. 343. DOI: 10.1186 / s12870-018-1583- zet.

References

1. Bashlakova O.N., Sintsova N.F. Sravnitel'naya otsenka gibridov kartofelya v ekologicheskom ispytanii [Comparative estimation of potato hybrids in an ecological trial] // *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2021. № 1. S. 25–27. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/25-27.
2. Kishlyan N.V., Asfandiyarova M.Sh., Yakusheva T.V., Dubovskaya A.G. Biologicheskie osobennosti i vozdeleyvanie kuzhuta (obzor) [Biological features and cultivation of sesame (review)] // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 2021. № 182(4). S. 156–162. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-156-165.
3. Kalitskaya N.G., Sinegovskaya V.T., Kobozeva T.P. Otsenka mezhvidovykh i vnutrividovykh gibridov soi pervogo pokoleniya [Estimation of interspecific and intraspecific soybean hybrids of the first generation] // *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2021. № 6. S. 4–5. DOI: 10.30850/vrsn/2021/6/4-7.
4. Loskutova N.P., Ozerskaya T.M. Mobilizatsiya geneticheskikh resursov rastenii s territorii Yuzhnoi i Yugo-Vostochnoi Azii [Mobilization of plant genetic resources from South and Southeast Asia] // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 2021. № 182(1). S. 186–189. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-186-198>.
5. Minakova A.D., Shcherbakova V.G., Surukhanova I.V., Lobanov V.G. Vliyaniye pochvenno-klimaticheskikh uslovii na biokhimicheskie osobennosti belkovogo kompleksa semyan kuzhuta [The effect of soil and climatic conditions on the biochemical traits of the protein complex of sesame seeds] // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya*. 2014. № 4(340). S. 24–27.
6. Berhe M., Dossa K., You J., Mboup P.A., Diallo I.N., Diouf D., Zhang X., Wang L. Genome-wide association study and its applications in the non-model crop *Sesamum indicum* // *Navy Plant Biology*. 2021. Vol. 21(1), P. 283. DOI: 10.1186/s12870-021-03046-x.
7. Mei H., Liu Y., Du Z., Wu K., Cui C., Jiang X., Zhang H., Zheng Y. Construction of a high-density genetic map and gene mapping of the shape of the basal branching and flowers in the leaf axil of sesame // *Plant Science*. 2017. Vol. 8, P. 636. DOI: 10.3389/fpls.2017.00636.
8. Cui C., Liu Y., Liu Y., Cui X., Song Z., Song Z., Du Z., Wu K., Jiang X., Mei H., Zheng Y. Genome-wide associative study of sesame seed peel coloration (*Sesamum indicum* L.) // *PLOS ONE*. 2021. Vol. 16(5), P. e0251526. DOI: 10.1371/journal.pone.0251526.
9. Zhou R., Liu P., Li D., Zhang S., Wei X. Photoperiod response-related gene *SiCOL1* contributes to flowering in sesame. *BMC Plant Biol.* 2018. Vol. 18(1), P. 343. DOI: 10.1186 / s12870-018-1583- zet.

Поступила: 03.11.22; доработана после рецензирования: 29.11.22; принята к публикации: 29.11.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Збраилова Л.П. – концептуализация исследования; Збраилова Л.П. – подготовка опытов; Збраилова Л.П. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Збраилова Л.П., Лучкина Т.Н., Крат-Кравченко Е.А. – анализ данных и их интерпретация; Збраилова Л.П., Лучкина Т.Н., Крат-Кравченко Е.А. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.