



Генетика и селекция растений Genetics and plant breeding

DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-466-472
УДК 68.35.37

Научная статья / Research article

Селекционная ценность сафлора красильного в аридных условиях Северного Прикаспия

Н.А. Зайцева , Е.В. Ячменёва , И.И. Климова  

ФГБНУ Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН,
Астраханская область, Российская Федерация
 irina.ssd1981@yandex.ru

Аннотация. Низкие и неустойчивые урожаи основных масличных культур в условиях Северного Прикаспия — Астраханской области не способствуют заинтересованности в их масштабном возделывании в регионе. По этой причине валовой сбор масличных сильно падает, создавая при этом дефицитность растительного масла. В настоящее время возделывание сафлора красильного становится актуальным благодаря его высокой засухоустойчивости и качественным показателям сафлорового масла. Представлена оценка трехлетних испытаний (2019—2021 гг.) 24 коллекционных образцов сафлора красильного на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. На опытном участке ФГБНУ Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН проведена работа по изучению сортов сафлора красильного из коллекции ВИР. Определялось влияние основных абиотических и биотических факторов среды на морфо-биологические и хозяйственные признаки сафлора. На основании полученных результатов выделены перспективные образцы, имеющие селекционную ценность в качестве исходного материала при создании новых сортов: Gila, Шахалли-260, Цамбули, Ширкас, Талан, Центр 70, Молдир, Нурлан, Александрит, Шифо, Sinaloa-90. Выделенные сорта превысили показатели стандартного сорта Астраханский 747 по урожайности на 0,43...1,06 т/га, по масличности на 1,75...3,02 %.

Ключевые слова: сортоиспытание, урожайность, масличность, *Carthamus tinctorius* L.

Заявление о конфликте интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 23 марта 2022 г., принята к публикации 7 июля 2022 г.

© Зайцева Н.А., Ячменёва Е.В., Климова И.И., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования: Зайцева Н.А., Ячменёва Е.В., Климова И.И. Селекционная ценность сафлора красильного в аридных условиях Северного Прикаспия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2022. Т. 17. № 4. С. 466—472. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-466-472

Breeding value of safflower in arid conditions of the Northern Caspian

Nadezhda A. Zaitseva , Ekaterina V. Yachmeneva ,
Irina I. Klimova  

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Astrakhan region, Russian federation

Abstract. Low and unstable yields of the main oilseed crops do not create interest for their large-scale cultivation in conditions of the Northern Caspian—Astrakhan region. For this reason, gross harvest of oilseeds is reducing significantly creating a vegetable oil shortage. Currently, safflower cultivation is relevant due to high drought resistance and quality indicators of safflower oil. 24 collection samples of safflower were studied on light chestnut soils of the Lower Volga region in 2019—2021. The experiments on safflower cultivars from seed collection of Vavilov Institute of Plant Industry were carried out at the experimental site of Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Influence of the main abiotic and biotic environmental factors on morpho-biological and economic characteristics of safflower was determined. Based on the results obtained, the following promising samples having breeding value as a starting material for creation of new cultivars were identified: Gila, Shahalli-260, Tsambuli, Shirkas, Talan, Centr 70, Moldir, Nurlan, Aleksandrit, Shifo, Sinaloa-90. Productivity and oil content of the selected cultivars exceeded the indicators of cv. Astrakhan 747 (standard) by 0.43...1.06 t/ha and 1.75...3.02 %, respectively.

Key words: variety testing, yield, oil content, *Carthamus tinctorius* L.

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Article history: Received: 23 March 2022. Accepted: 7 July 2022.

For citation: Zaitseva NA, Yachmeneva EV, Klimova II. Breeding value of safflower in arid conditions of the Northern Caspian. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(4):466—472. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-466-472

Введение

Сафлор— это культура многоцелевого назначения. Его используют в качестве корма в животноводстве и птицеводстве, в производстве пищевых продуктов, а также применяют в медицинских и технических целях. Масло сафлора очень полезно для здоровья человека, так как содержит полиненасыщенные жирные кислоты в высокой концентрации. Входящая в их состав олеиновая кислота способствует снижению холестерина, поэтому сафлоровое масло востребовано среди людей, которые придерживаются здорового питания [1—7].

Возрастающая потребность в сафлоре мотивирует селекционеров на создание новых перспективных сортов. Эффективность селекции определяется многими факторами, но проблема исходного материала в современной научной селекции выносится на первое место. Исходный материал — та база, используя которую, предстоит получить те или иные сорта, и тем самым она как бы предreshает успех всех этапов селекционной программы [8—13].

Цель исследования — проведение комплексного изучения и отбора сафлора, выделение новых генетических источников и доноров ценных признаков с целью создания современных экологически пластичных сортов, сочетающих высокую продуктивность и устойчивость к аридным условиям Северного Прикаспия (Астраханской области).

Материалы и методы исследования

Работа по изучению исходного материала сафлора красильного ведется лабораторией селекции сельскохозяйственных культур ФГБНУ Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН (ПАФНЦ РАН) с 2019 г.

В сортоиспытании находилось 24 образца сафлора красильного из коллекции ВИР, отличающиеся по своему происхождению и морфологическим признакам. Коллекционный питомник закладывался общей площадью 308 м² согласно методикам полевого опыта Б.А. Доспехова 1985 г. и государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур 2015 г. Изучение сортов сафлора осуществлялось методом сравнения со стандартом Астраханский 747. Морфо-биологические и хозяйственные признаки определялись согласно классификатору вида *Carthamus tinctorius* L. (Сафлор красильный) 1985 г. [14—16]. Всесторонние исследования и оценка сортов из коллекции ВИР позволят подобрать сорта для дальнейшей селекционной работы в данной агроэкологической зоне.

Результаты исследований и обсуждение

Годы исследований различались по метеоусловиям, что вполне естественно отразилось на уровне урожайности сафлора.

Сумма активных температур за вегетацию сафлора в 2019 г. составила 1937 °С. ГТК был равен 0,4. Большая часть осадков (58 мм) пришлась на фазу созревания, общее количество выпавших осадков составило 90,6 мм. Первые всходы появились на 12...14 сутки после посева. Вегетационный период сафлора составил 74...79 суток. Наиболее скороспелыми оказались сорта Акмай, Молдир, Нурлан, Ширкас, Шифо и Шахалли-260.

За весь вегетационный период сафлора красильного в 2020 г. выпало всего 65,8 мм осадков, что на 31,5 мм меньше среднемноголетней нормы. Сумма активных температур составила 2142 °С. ГТК за период вегетации составил 0,26, что характеризует погодные условия этого года как острозасушливые. В сухой и жаркий 2020 г. период вегетации сафлора составил 61...79 суток. Период посев-всходы был

сильно затянут из-за недостатка влаги. После посева 30 марта единичные всходы появились в конце апреля, а полные были отмечены лишь во второй декаде мая, после выпавших осадков. Наименьшей продолжительностью вегетации отличились сорта Окег, Заволжский 1, Александрит, Акмай, ВИР 2933, Шифо, Шахалли-260, Цамбули и Мороз воевода.

В сравнении с предыдущими двумя годами по влагообеспеченности 2021 г. оказался наиболее благоприятным для всех сельскохозяйственных культур. Общее количество осадков составило 110,5 мм. Однако обильные осадки в фазу цветения привели к плохому завязыванию семян сафлора. Сумма активных температур за вегетационный период составила 2360 °С. ГТК составил 0,5. Из-за резкого понижения температуры воздуха в третьей декаде апреля всходы были неравномерными. Полные всходы отмечали на 16...29 сутки. Продолжительность вегетационного периода составила 66...77 суток. Первыми созрели сорта Шахалли-260, Цамбули и Ширкас.

Погодные условия засушливых лет исследований не могли не отразиться на продуктивности и качестве урожая. Несмотря на это, анализ исходного материала сафлора за три года изучения по основным показателям семенной продуктивности и количественному содержанию масла показал следующие результаты. Наибольшее количество корзинок на одном растении, а также продуктивных ветвей было отмечено у сортов Акмай (12,0 шт.) и Gila (8,7 шт.). По диаметру корзинок были выделены сорта Александрит и Цамбули (20,8...22,0 мм). Наибольшее число семян в корзинке было отмечено у сортов Цамбули, Талан, Центр 70, Алкызыл и Шыркас (23...34 шт.). Масса семян с одной корзинки более 1 г наблюдалась у сортов Gila, Цамбули, Центр 70 и Алкызыл (1,03...1,34 г). Наибольшей массой семян с одного растения отличились сорта Gila, Цамбули, Талан и Алкызыл. По массе 1000 семян выделились сорта Нурлан, Шахалли-260 и Ширкас (40,10...40,62 г) (табл.).

Характеристика выделенных сортов сафлора, среднее за 2019–2021 гг.

Название	Происхождение	Урожайность, т/га	Масличность, %	Выход масла с 1 га, кг
Астраханский 747, st	Россия	0,58	28,58	134,3
Gila	Мексика	1,07	28,16	146,4
Sinaloa-90	Мексика	0,86	30,33	182,0
Александрит	Россия	0,61	31,02	145,8
ВИР 2933	Таджикистан	0,87	28,54	119,9
Шахалли-260	Таджикистан	1,02	27,03	189,2
Цамбули	Таджикистан	1,64	29,37	264,3
Ширкас	Казахстан	1,03	28,70	198,0
Талан	Казахстан	1,01	30,47	158,4
Центр 70	Казахстан	1,28	27,86	242,4
Алкызыл	Казахстан	0,79	25,67	190,0
Молдир	Казахстан	0,60	31,60	123,2
Нурлан	Казахстан	0,72	31,02	186,1
Акмай	Казахстан	0,80	29,14	195,2

Characteristics of selected safflower cultivars, 2019–2021

Cultivar	Origin	Yield, t/ha	Oil content, %	Oil yield per 1 ha, kg
Astrakhansky 747, st	Russia	0.58	28.58	134.3
Gila	Mexico	1.07	28.16	146.4
Sinaloa-90	Mexico	0.86	30.33	182.0
Aleksandrit	Russia	0.61	31.02	145.8
VIR 2933	Tajikistan	0.87	28.54	119.9
Shahalli-260	Tajikistan	1.02	27.03	189.2
Tsambuli	Tajikistan	1.64	29.37	264.3
Shirkas	Kazakhstan	1.03	28.70	198.0
Talan	Kazakhstan	1.01	30.47	158.4
Centr 70	Kazakhstan	1.28	27.86	242.4
Alkyzyl	Kazakhstan	0.79	25.67	190.0
Moldir	Kazakhstan	0.60	31.60	123.2
Nurlan	Kazakhstan	0.72	31.02	186.1
Akmay	Kazakhstan	0.80	29.14	195.2

Корреляционный анализ показал сильную зависимость между количеством выполненных семян в корзинке и числом семян в корзинке, массой семян с 1 растения и массой семян с 1 корзинки, а также урожайности и массы 1000 семян ($r = 1,0$). Высокая корреляционная связь наблюдалась между количеством выполненных семян на 1 растении и числом семян в корзинке и количеством выполненных семян в 1 корзинке, также сильно коррелировали показатели количества корзинок на 1 растении с количеством продуктивных ветвей. Средние корреляционные связи отмечались между расстоянием до первой ветви и высотой растения, между массой семян с 1 корзинки с диаметром корзинки, между массой семян с 1 растения и диаметром корзинки.

Из выделенных образцов по многим показателям продуктивности наибольшую урожайность в среднем за два года изучения показали сорта Талан (1,01 т/га), Шахалли-260 (1,02 т/га), Ширкас (1,03 т/га), Gila (1,07 т/га), Центр 70 (1,28 т/га), Цамбули (1,64 т/га), которые на протяжении всего периода изучения давали стабильные урожаи в различные по влагообеспеченности и температурному режиму годы (см. табл.).

На основании анализа полученных данных были выделены перспективные образцы сафлора, имеющие наибольшую масличность, — Молдир, Нурлан, Александрит, Шифо, Талан, Sinaloa-90 (30,33...31,60 %). Исходя из масличности и урожайности рассчитали выход масла с 1 га. Наибольший выход масла показали сорта Центр 70 (242,4 кг/га) и Цамбули (264,3 кг/га) (см. табл.).

Заключение

В результате изучения основных показателей продуктивности и количественного содержания масла сафлора красильного в 2019—2021 гг. были выделены сорта, превышающие стандарт — Астраханский 747 — по тем или иным признакам: Gila,

Шахалли-260, Цамбули, Ширкас, Талан, Центр 70, Молдир, Нурлан, Александрит, Шифо, Sinaloa-90. Эти сорта могут быть использованы в качестве исходного материала для ведения дальнейшей селекционной работы.

Библиографический список

1. Бражник В.П. Проблемы и перспективы работ центра по селекции, семеноводству и технологии возделывания масличных культур // Технические культуры. 1995. № 1—2. С. 2—6.
2. Леонтьев В.И., Сухарева Е.П., Рябова Е.Н. Возделывание сафлора красильного в сухостепной зоне темно-каштановых почв Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. 2013. № 1 (92). С. 34—38.
3. Адаптивная технология возделывания сафлора в условиях Саратовской области: рекомендации производству / сост.: Н.М. Ружейникова, Н.Н. Кулева, А.Н. Зайцев. Саратов, 2012. 30 с.
4. Андрияк А.В., Ивановшин Е.А. Новая масличная культура в Зауралье // Зауральский научный вестник. 2013. № 2 (4). С. 85—88.
5. Кильянова Т.В., Сафина Н.В. Производство семян сафлора красильного в условиях Ульяновской области // Агромир Поволжья. 2018. № 1 (29). С. 29—32.
6. Иванов В.М., Толмачёв В.В. Урожайность и качество маслосемян сафлора красильного в зависимости от технологии посева в Волгоградском Заволжье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 4(20). С. 35—42.
7. Болдырь Д.А., Сухарева Е.П. Технология возделывания сафлора красильного // Научно-агрономический журнал. 2013. № 2 (93). С. 23—26.
8. Шамсутдинов З.Ш., Козлов Н.Н. Значение генетической коллекции в интенсификации селекции кормовых культур // Селекция и семеноводство. 1996. № 3—4. С. 9—12.
9. Северов В.И., Калашников К.Г. Сравнительные испытания масличных культур в Тульской области // Технические культуры. 1993. № 3—4. С. 6—7.
10. Fernandez G.C.J. Effective selection criteria for assessing stress tolerance // Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress Tolerance. Asian Vegetable Research and Development Centre, Taiwan, 1992. P. 257—270.
11. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Science. 1981. № 21. P. 943—946.
12. Gecgel U., Demirci M., Esendal E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter // International Journal of Molecular Sciences. 2007. № 1. P. 11—15.
13. Бородина Н.Н. Экономическая эффективность возделывания сафлора // Фермер. Поволжье. 2019. № 2 (79). С. 50—52.
14. Зайцева Н.А., Ячменева Е.В., Климова И.И., Дьяков А.С. Перспективные сортообразцы сафлора для возделывания в различных условиях увлажнения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2021. № 3. С. 23—27.
15. Зайцева Н.А., Ячменева Е.В., Климова И.И., Дьяков А.С. Изучение коллекционных образцов сафлора красильного в засушливых условиях Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 26—29.
16. Зайцева Н.А., Ячменева Е.В., Климова И.И., Дьяков А.С. Продуктивность сафлора красильного в различных по влагообеспеченности условиях // Известия НВ АУК. 2021. № 2(62). С. 143—151.

References

1. Brazhnik VP. Problems and prospects of the center for breeding, seed production and technology of cultivation of oilseeds. *Technical crops*. 1995;(1—2):2—6. (In Russ.).
2. Leontiev VI, Sukhareva EP, Ryabova EN. Cultivation of safflower in the dry-steppe zone of dark chestnut soils of the Lower Volga region. *Scientific Agronomy Journal*. 2013;(1):34—38. (In Russ.).
3. Ruzheynikova NM, Kuleva NN, Zaitsev AN. *Adaptivnaya tekhnologiya vozdelevaniya saflora v usloviyakh Saratovskoi oblasti: rekomendatsii proizvodstvu* [Adaptive technology of safflower cultivation in the Saratov region: Recommendations for production]. Saratov; 2012. (In Russ.).
4. Andriyuk AV, Ivanyushin EA. New oilseed culture in the Trans-Urals. *Zaural'skii nauchnyi vestnik*. 2013;(2):85—88. (In Russ.).
5. Kilyanova TV, Safina NV. Production of safflower seeds in the Ulyanovsk region. *Agromir Povolzh'ya*. 2018;(1):29—32. (In Russ.).

6. Ivanov VM, Tolmachev VV. Crop capacity and quality of dye safflower depending on sowing technology in Volgograd Zavolzhje. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2010;(4):35—42. (In Russ.).
7. Boldyr DA, Sukhareva EP. Technology of cultivation of safflower. *Scientific Agronomy Journal*. 2013;(2):23—26. (In Russ.).
8. Shamsutdinov ZS, Kozlov NN. The importance of the genetic collection in the intensification of breeding forage crops. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1996;(3—4):9—13. (In Russ.).
9. Severov VI, Kalashnikov KG. Comparative tests of oilseeds in the Tula region. *Technical crops*. 1993;(3—4):6—7. (In Russ.).
10. Fernandez GCJ. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: *Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress Tolerance*. Asian Vegetable Research and Development Centre: Taiwan; 1992. pp. 257—270.
11. Rosielle AA, Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981;21(6):943—946.
12. Gecgel U, Demirci M, Esendal E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *Int J Nat Eng Sci*. 2007;1:11—15.
13. Borodina NN. Economic efficiency of safflower cultivation. *Fermer. Povolzh'e*. 2019;(2):50—52. (In Russ.).
14. Zaitseva NA, Yachmeneva EV, Klimova II, Dyakov AS. Perspective cultivars of safflower for cultivation under different humidity conditions on light chestnut soils in the Lower Volga region. *Theoretical and applied problems of agro-industry*. 2021;(3):23—27. (In Russ.). doi: 10.32935/2221-7312-2021-49-3-23-27
15. Zaitseva NA, Klimova II, Yachmeneva EV, Dyakov AS. Study of safflower collection samples under arid conditions of the Astrakhan region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;(10):26—29. (In Russ.). doi: 10.28983/asj.y2021i10pp26-29
16. Zaitseva NA, Yachmeneva EV, Klimova II, Dyakov AS. Productivity of safflower «*Carthamus tinctorius*» in various moisture security conditions. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2021;(2):143—151. (In Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2021-02-15

Об авторах:

Зайцева Надежда Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Российская Федерация, Астраханская область, Черныярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: konf_pniiaz@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8227-398X

Ячменева Екатерина Васильевна — младший научный сотрудник лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Российская Федерация, Астраханская область, Черныярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: rfn.yz2009@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4676-9408

Климова Ирина Ивановна — научный сотрудник лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Российская Федерация, Астраханская область, Черныярский район, с. Солёное Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: irina.ssd1981@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9582-3752

About authors:

Zaitseva Nadezhda Aleksandrovna — Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratory of crop breeding, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoe Zaimishche vil., Chernoyarsk district, Astrakhan region, Russian Federation; e-mail: konf_pniiaz@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8227-398X

Yachmeneva Ekaterina Vasilievna — Junior Researcher, Laboratory of crop breeding, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoe Zaimishche vil., Chernoyarsk district, Astrakhan region, Russian Federation; e-mail: rfn.yz2009@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4676-9408

Klimova Irina Ivanovna — Researcher, Laboratory of Agricultural Crops Breeding, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoe Zaimishche vil., Chernoyarsk district, Astrakhan region, Russian Federation; e-mail: irina.ssd1981@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9582-3752