



Оценка сортообразцов сафлора на продуктивность и качество в аридных условиях Северного Прикаспия

© 2023. Н. А. Зайцева ✉, И. И. Климова

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», с. Соленое Займище, Российская Федерация

В сухом континентальном климате сафлор имеет неоспоримое преимущество перед зерновыми и масличными культурами в силу своего морфологического строения. Основным достоинством данной культуры является то, что она способна развитой корневой системой добывать воду с глубоких слоев почвы, а за счет особенности строения вегетативной массы экономно ее расходовать, формируя при этом стабильные урожаи. Поэтому поиск перспективных сортообразцов для селекции новых сортов, особенно в засушливых условиях Астраханской области, не перестает быть актуальным. На протяжении трех лет (2019-2021 гг.) проводили изучение 28 коллекционных сортообразцов сафлора красильного различного эколого-географического происхождения из Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). За период изучения по урожайности и ряду хозяйственно ценных признаков из коллекции выделили 12 сортообразцов для дальнейшего использования в селекционной работе. Продуктивность выделенных образцов изучаемой коллекции сильно варьировала в зависимости от условий года и в среднем превышала на 0,08...0,23 т/га стандартный сорт Астраханский 747. Наибольшую урожайность из отобранных сформировали образцы из Таджикистана (619 Цамбули, 618 Шахалли-260) и Казахстана (620 Ширкас, 622 Центр 70) – 0,43...0,51 т/га, что выше стандарта на 0,15...0,23 т/га. По содержанию масла в семенах (выше стандарта на 0,5...1,9 %) выделены сортообразцы: 621 Талан (Казахстан) – 30,3 %, 584 Sinaloa-90 (Мексика) – 30,3 %, 619 Цамбули (Таджикистан) – 29,4 %, 609 Акмай (Казахстан) – 29,1 %. Создание новых сортов на основе выделенных сортообразцов позволит получать стабильные урожаи в острозасушливых условиях региона.

Ключевые слова: сафлор красильный, сортообразцы, селекционная ценность, вегетационный период, семенная продуктивность, масличность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» (тема № FNMW-2022-0010).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Для цитирования: Зайцева Н. А., Климова И. И. Оценка сортообразцов сафлора на продуктивность и качество в аридных условиях Северного Прикаспия. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(5):785-791.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.785-791>

Поступила: 16.03.2023 Принята к публикации: 04.10.2023 Опубликовано онлайн: 30.10.2023

Evaluation of safflower varieties for productivity and quality in the arid conditions of the Northern Caspian region

© 2023. Nadezhda A. Zaitseva ✉, Irina I. Klimova

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoje Zajmishhe, Russian Federation

In a dry continental climate, safflower has an undeniable advantage over grains and oilseeds due to its morphological structure. The main advantage of this crop is that it is capable of extracting water from deep layers of soil with its developed root system, and due to the structural features of the vegetative mass, it can use it economically, while forming stable yields. Therefore, the search for promising varieties for the selection of new varieties, especially in the arid conditions of the Astrakhan region, continues to be relevant. Over the course of three years (2019-2021), there were studied 28 collection varieties of safflower of various ecological and geographical origin from the Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR). During the study period, 12 varieties were identified from the collection under study based on the yield and a number of economically valuable traits for further use in breeding work. The productivity of the selected samples of the studied collection varied greatly, depending on the conditions of the year and on average exceeded the standard variety Astrakhansky 747 by 0.08...0.23 t/ha. At the same time, the highest yield of the selected samples was from Tajikistan (619 Tsam-buli, 618 Shahalli-260) and Kazakhstan (620 Shirkas, 622 Center 70) – 0.43...0.51 t/ha, that was 0.15...0.23 t/ha higher than the standard. According to the oil content in the seeds (0.5...1.9 % higher than the standard) the following varieties were identified: 621 Talan (Kazakhstan) – 30.3 %, 584 Sinaloa-90 (Mexico) – 30.3 %, 619 Tsambuli (Tajikistan) – 29.4 %, 609 Akmai (Kazakhstan) – 29.1 %. The development of new varieties based on selected samples will allow to obtain stable yields in extremely arid conditions of the region.

Key words: dyer's saffron, varieties, breeding value, growing season, seed productivity, oil content

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (theme No. FNMW-2022-0010).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interests: the authors declare that there was no conflict of interest.

For citations: Zaitseva N. A., Klimova I. I. Evaluation of safflower varieties for productivity and quality in the arid conditions of the Northern Caspian region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(5):785-791. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.785-791>

Received: 16.03.2023

Accepted for publication: 04.10.2023

Published online: 30.10.2023

Большая часть территорий Астраханской области представляет собой полупустыни с жарким и засушливым летом, часто сопровождающимся суховеями. Почвы сельскохозяйственных угодий региона представлены в северных районах зональными светло-каштановыми, в более южных – бурыми полупустынными с различной степенью солонцеватости.

Возделывание зерновых в богарных условиях нестабильно, а в годы с засухами не только нерентабельно, даже убыточно. Намечающаяся тенденция изменения климата в сторону еще большего повышения среднесуточных температур и сокращения количества осадков предполагает поиск и внедрение в севооборотах культур, более приспособленных к изменяющимся условиям. В острозасушливых условиях заменить зерновые культуры способен сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.), так как хорошо переносит засуху, приспосабливается к различным типам почв и может использоваться не только для кормовых целей, но и производства масла [1].

Сафлоровое масло бывает двух видов: с высоким содержанием мононенасыщенных жирных кислот (олеиновой) и с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (линолевой). Сафлоровое масло, имеющее большее количество олеиновой кислоты, содержит меньше насыщенных веществ и больше мононенасыщенных, чем оливковое масло, является более полезным и используется в качестве термостойкого растительного масла для жарки, а также при производстве косметических веществ. Сафлоровое масло с высоким содержанием линолевой кислоты используется в питании человека, служит ингредиентом для производства мыла, солнцезащитных и увлажняющих кремов, лосьонов, красок, олиф и т. д. В шроте сафлора может содержаться от 24 до

36 % белка, который можно использовать в качестве белковой добавки для скота и птицы [2].

Основными регионами-производителями сафлора на сегодняшний день являются Волгоградская, Ростовская и Саратовская области РФ. Большая часть урожая идет на экспорт в Китай, Японию и страны ЕС.

Сафлор является ранней яровой культурой. Семена начинают прорастать при температуре почвы +2...+3 °С (оптимальная +6...+8 °С). Всходы сафлора могут выдерживать небольшие заморозки до -6 °С. Для получения дружных всходов оптимальными являются условия постепенного нарастания среднесуточных температур воздуха, почвы и наличие влаги¹.

Сафлор практически не поражается болезнями и вредителями, а благодаря биологическим особенностям подавляет развитие сорняков, что также является его преимуществом [3]. Сафлор – экономически выгодная культура, так как имеет небольшую норму высева и высокий коэффициент размножения, что важно при его семеноводстве, рентабельность которого, по данным ряда ученых, может достигать 500 % [3, 4, 5].

Во всем мире для получения стабильных урожаев, высокого содержания масла в семенах сафлора проводится изучение генетического разнообразия селекционных линий и сортов. Например, в Индии, на основе исследований геномной мужской стерильности, созданы гибриды сафлора DSH-129 и NARI-NH-1 с потенциальной урожайностью 2,5 т/га [6]. В условиях Волгоградской области А. М. Кулешовым по комплексу признаков из коллекции ВИРа были выделены перспективные образцы 435 Мексика, 364 Иран, 507 Венгрия, Молдир Казахстан с урожайностью 1,36...1,56 т/га [7].

Содержание масла в семенах сафлора, по данным Б. Гүрбүз и М. Киралан (B. Gürbüz и M. Kiralan), зависит от сроков посева и сорта [8].

¹Овсянников А. В. Производство и экспорт сафлора в России. URL: https://news.rambler.ru/weather/50168434-proizvodstvo-i-eksport-saflora-v-rossii/?utm_source=copysharing&utm_medium=social (Дата обращения: 01.03.2023).

Установлено, что содержание жирных кислот в сафлоровом масле зависит от генотипа, места выращивания и температурного режима. Высокие температуры способствуют большему накоплению в семенах сафлора красильного олеиновой кислоты и снижению содержания линолевой кислоты [9]. Генетические исследования корней и листьев растений сафлора на ранних стадиях развития, проведенные рядом ученых, позволили установить гены, контролирующие накопление олеиновой и линолевой кислот [10, 11, 12, 13].

Цель исследования – испытать в засушливых условиях Астраханской области коллекционные сортообразцы сафлора красильного различного эколого-географического происхождения, предоставленных ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), выделить доноры ценных признаков для дальнейшего использования в селекционной работе.

Новизна исследований – впервые в аридных условиях Северного Прикаспия проводится изучение агроботанического потенциала коллекции сортообразцов сафлора красильного для выделения перспективных высокопродуктивных, адаптированных сортообразцов.

Материал и методы. Полевые и лабораторные исследования проводили сотрудники лаборатории селекции сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Прикаспийский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук» в Черноярском районе Астраханской области на светло-каштановых почвах. Оценка изучаемых образцов на масличность² проведена в ФГБУ «ЦАС «Волгоградский».

Почвы, на которых размещались исследуемые сортообразцы, характеризуются как светло-каштановые, карбонатные, мощные и среднемощные, легкосуглинистого состава. Реакция солевой вытяжки (рН) почвы опытного участка слабощелочная – 7,64. Слои почвы 0...0,2 и 0,2...0,5 м характеризовались очень низким содержанием гумуса (0,86-0,92 %), азота нитратного (3,0-4,9 мг/кг) и аммонийного (5,25-5,20 мг/кг почвы), подвижного фосфора (28,5-20,5 мг/кг почвы). Обеспеченность слоев почвы обменными соединениями калия очень высокая (265,0-228,5 мг/кг почвы).

В течение трех лет (2019-2021 гг.) в коллекционном питомнике сафлора красиль-

ного изучали 28 сортообразцов, отличающихся по своему происхождению и морфобиологическим признакам. Коллекционный питомник сортообразцов сафлора закладывали согласно общепринятым методикам³.

Посев проводили вручную рядовым способом, на богаре и орошении, на делянках площадью 1 м² в трехкратной повторности, через каждые 10 номеров высевали стандартный сорт Астраханский 747. Норма высева – 350 тыс. семян/га. Посев проводили при прогревании почвы на глубине заделки семян (4-5 см) до 4-5 °С.

Морфобиологические и хозяйственные признаки сафлора красильного оценивали согласно Классификатору вида⁴.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия в период изучения сортообразцов сафлора представлены в таблице 1.

Следует отметить минимальное количество осадков в апреле 2020 года, которое сильно повлияло на появление всходов и развитие растений на начальном этапе, но затем, в мае, быстрое нарастание среднесуточных температур и рекордное количество осадков – 41,5 мм позволили растениям быстро развиваться. В 2020 году среднесуточные температуры воздуха превышали среднемесячные значения в июне и июле на 1,6...1,7 °С, при этом количество осадков в эти месяцы было минимальным – 14,1 мм в июне и 0,7 мм в июле, что сократило вегетационный период всех изучаемых образцов. Из трех лет изучения 2020 год был самым засушливым, за период вегетации выпало всего 65,8 мм осадков, сумма активных температур составила 2456 °С, а значения гидротермического коэффициента не превышали 0,3.

Вегетационный период 2019 года характеризовался минимальной суммой активных температур – 1937 °С, осадков выпало 90 мм, ГТК составил 0,4. Анализ данных таблицы 1 показывает практически полное отсутствие осадков в период роста и развития растений сафлора и большое количество выпавших осадков в период его созревания – 58,0 мм (выше среднемесячных значений на 32,4 мм), что негативно повлияло на уборку урожая и его качество.

²ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Метод определения масличности. М.: Стандартинформ, 2010. 6 с.
URL: <https://gostrf.com/normadata/1/4294840/4294840018.pdf>

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

⁴Классификатор вида *Carthamus tinctorius* L. (сафлор красильный). Л.: ВИР, 1985. 15 с.

Таблица 1 – Характеристика погодных условий за период вегетации сортообразцов сафлора красильного (апрель-июль)

Table 1 – Characteristics of weather conditions for the growing season of dyer's- saffron varieties (April- July)

Месяц / Month	Год / Year	Температура воздуха, °С / Air temperature, °С		Количество выпавших осадков, мм / Amount of precipitation, mm	Среднемого- летняя величина, мм / Long-term average, mm
		средне- месячная / average monthly	средняя многолетняя / average long-term		
Апрель / April	2019	11,3	11,1	18,8	15,1
	2020	8,5		9,5	
	2021	11,5		23,3	
Май / May	2019	19,5	18,6	8,9	20,9
	2020	16,3		41,5	
	2021	19,7		25,6	
Июнь / June	2019	26,9	24,1	4,9	15,8
	2020	25,7		14,1	
	2021	24,7		36,7	
Июль / July	2019	24,0	26,4	58,0	25,6
	2020	28,1		0,7	
	2021	27,9		24,9	

Наиболее благоприятным для растений сафлора сложился 2021 год (ГТК = 0,5). Сумма активных температур составила 2360 °С, осадков выпало 110,5 мм (выше на 33,1 мм средне-многолетних показателей), что положительно отразилось на продуктивности сафлора.

Сложившиеся погодные условия за годы изучения оказали влияние на продолжительность вегетационного периода и продуктивность сортообразцов сафлора красильного. Высокие среднесуточные температуры воздуха и недостаточное увлажнение почвы привели к сокращению межфазных периодов вегетации в 2020 году, а выпадение в отдельные месяцы рекордного количества осадков в 2020 и 2021 годах способствовало удлинению периода вегетации сортообразцов. Данные по продолжительности вегетационного периода 12 сортообразцов сафлора красильного, выделившихся в годы исследований, представлены в таблице 2.

Из приведенных данных в таблице 2 видно, что продолжительность вегетационного периода выделившихся сортообразцов сафлора красильного варьировала в зависимости от погодных условий года. Так, в 2020 году минимальное количество осадков на начальном периоде развития, а затем их полное отсутствие на фоне высоких среднесуточных температур в период созревания привело к укорачиванию вегетационного периода всех изучаемых сортообразцов и достижению ими физической спелости уже на 61...70 сутки.

В 2019 году, когда агрометеорологические условия периода активного роста и развития характеризовались практически полным отсутствием осадков (май – 8,9 мм, июнь – 4,9 мм), продолжительность периода от полных всходов до цветения составила 57...59 суток. Несмотря на выпавшие в июле (58,0 мм) осадки, от всходов до физической спелости у сортов проходило от 74 до 79 суток. Сортообразцы сафлора красильного 548 Lesaf 175-1 (Канада), 550 Gila и 584 Sinaloa-90 (Мексика), 622 Центр 70 (Казахстан) имели более продолжительный вегетационный период – 79 суток, чем у стандартного сорта Астраханский 747 (76 суток). Минимальная продолжительность периода вегетации отмечена у образцов 609 Акмай и 620 Ширкас из Казахстана и 618 Шахалли-260 из Таджикистана – 74 суток.

Агрометеорологические параметры в период роста и развития растений сафлора красильного в 2021 году также отличалась от средне-многолетних значений повышенными температурами воздуха и количеством выпавших осадков, что привело к увеличению продолжительности периода от всходов до цветения – от 53 до 82 суток. При этом неравномерность осадков в период формирования семян и их созревания способствовала увеличению периода от всходов до технической спелости у ряда сортообразцов, таких как 618 Шахалли-260 и 619 Цамбули из Таджикистана и 620 Ширкас из Казахстана до 96 суток.

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода выделенных сортообразцов сафлора красильного, сутки* / Table 2 – Duration of the growing season of the selected safflower varieties, days*

Название сортообразца / Sample name	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	всходы-цветение / germination- flowering	всходы-физ. спелость / germination- physical ripeness	всходы-цветение / germination- flowering	всходы-физ. спелость / germination- physical ripeness	всходы-цветение / germination- flowering	всходы-физ. спелость / germination- physical ripeness
Астраханский 747, ст. / Astrakhan 747, st.	59	76	41	61	62	77
548 Lesaf 175-1 (Канада) / 548 Lesaf 175-1 (Canada)	59	79	52	70	56	72
550 Gila (Мексика) / 550 Gila (Mexico)	59	79	52	70	56	72
561 Oker (Канада) / 561 Oker (Canada)	59	76	41	61	56	72
562 Centennial (Канада) / 562 Centennial (Canada)	58	76	41	67	60	71
584 Sinaloa-90 (Мексика) / 584 Sinaloa-90 (Mexico)	59	79	45	67	60	71
609 Акмай (Казахстан) / 609 Akmay (Kazakhstan)	57	74	43	61	56	69
618 Шахалли-260 (Таджикистан) / 618 Shahalli-260 (Tajikistan)	57	74	43	61	82	96
619 Цамбули (Таджикистан) / 619 Tsambuli (Tajikistan)	57	75	41	61	82	96
620 Ширкас (Казахстан) / 620 Shirkas (Kazakhstan)	57	74	41	61	82	96
621 Талан (Казахстан) / 621 Talan (Kazakhstan)	58	76	43	67	53	72
622 Центр 70 (Казахстан) / 622 Center 70 (Kazakhstan)	58	79	43	67	58	73
623 Алкызыл (Казахстан) / 623 Alkyzyl (Kazakhstan)	59	76	43	67	58	73

* 2019 год – 01.04 посев, 24.07 уборка; 2020 год – 30.03 посев, 27.07 уборка; 2021 год – 09.04 посев, 09.07 уборка /

* 2019 – 01.04 sowing, 24.07 harvesting; 2020 – 30.03 sowing, 27.07 harvesting; 2021 – 04/09 sowing, 07/09 harvesting

Урожайность сортообразцов сафлора красильного в сложившихся агрометеорологических условиях периода изучения была невысокой у всех изучаемых сортообразцов и сильно варьировала в зависимости от тепло- и влагообеспеченности.

Малопродуктивными выделены сортообразцы сафлора в наиболее засушливый 2020 год, в котором сформировать высокую урожайность, по сравнению со стандартным сортом Астраханский 747 – 0,10 т/га, смогли образцы 584 Sinaloa-90 – 0,41 т/га и 562 Centennial – 0,35 т/га, у остальных образцов урожайность варьировала от 0,15...0,26 т/га (табл. 3).

Урожайность выделенных сортообразцов в 2019 году варьировала от 0,23 до 0,57 т/га, самые высокие показатели получены у образцов 548 Lesaf 175-1 – 0,57 т/га, 621 Талан – 0,51 т/га, 618 Шахалли-260 – 0,50 т/га.

Наибольшую продуктивность показали сортообразцы сафлора в более влагообеспеченном 2021 году – это 619 Цамбули – 0,90 т/га, 622 Центр 70 – 0,87 т/га, 623 Алкызыл – 0,74 т/га. У остальных образцов урожайность варьировала от 0,38 до 0,70 т/га.

В среднем за годы изучения наибольшую урожайность показали образцы 619 Цамбули, 618 Шахалли-260, 620 Ширкас, 622 Центр 70 – 0,43...0,51 т/га, что выше стандарта на 0,15...0,23 т/га.

Масса 1000 семян является одним из основных показателей в структуре урожая сафлора. В среднем за годы изучения у сортообразцов признак «масса 1000 семян» находился в пределах 32,1...40,6 г, образцы сафлора 618 Шахалли-260, 620 Ширкас, 619 Цамбули, 622 Центр 70 превышали по этому показателю стандартный сорт Астраханский 747 (35,5 г) на 3,9...5,1 г.

Таблица 3 – Характеристика продуктивности сортообразцов сафлора красильного /
Table 3 – Characteristics of the productivity of safflower varieties

Название образца / Sample name	Урожайность, т/га / Productivity, t/ha				Масса 1000 семян, г / Weight of 1000 seeds, g	Масличность, % / Oil content, %	Лузжистость, % / Huskiness, %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее/ average			
Астраханский 747, ст. / Astrakhan 747, st.	0,28	0,10	0,47	0,28	35,46	28,6	43,5
548 Lesaf 175-1	0,57	0,15	0,38	0,37	32,05	26,5	43,0
550 Gila	0,43	0,29	0,52	0,41	35,75	28,2	46,2
561 Oker	0,35	0,15	0,58	0,36	34,67	27,4	47,7
562 Centennial	0,26	0,35	0,52	0,38	33,94	28,0	47,1
584 Sinaloa-90	0,23	0,41	0,60	0,41	34,53	30,3	41,6
609 Акмай / 609 Akmay	0,30	0,15	0,67	0,37	36,90	29,1	42,1
618 Шахалли-260 / 618 Shahalli-260	0,50	0,10	0,70	0,43	40,45	27,0	43,2
619 Цамбули / 619 Tsambuli	0,42	0,20	0,90	0,51	39,45	29,4	45,7
620 Ширкас / 620 Shirkas	0,38	0,23	0,69	0,43	40,62	28,7	44,6
621 Талан / 621 Talan	0,51	0,21	0,52	0,41	36,77	30,5	43,1
622 Центр 70 / 622 Center 70	0,26	0,26	0,87	0,46	39,36	27,9	44,0
623 Алкызыл / 623 Alkyzyl	0,31	0,17	0,74	0,41	38,80	25,7	43,2
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,06	0,09	0,08	-	-	-	-

Повышение содержания масла в семенах является одним из приоритетных направлений селекционной работы. По данному показателю нами были выделены образцы 621 Талан, 584 Sinaloa-90, 609 Акмай, 619 Цамбули, превышающие на 0,5...1,9 % стандартный сорт Астраханский 747 с содержанием масла 28,6 %.

Проводили отбор образцов с минимальной лузжистостью, так как чем меньше значения показателя «лузжистость», тем выше содержание масла в семенах. У сортообразцов сафлора 584 Sinaloa-90, 548 Lesaf 175-1, 609 Акмай, 621 Талан, 623 Алкызыл лузжистость составила 41,6...43,2 %, что меньше стандарта на 0,4...1,9 %.

Выводы. В результате проведенных трехлетних исследований по ряду хозяйственно ценных признаков и качественным показателям были выделены перспективные сортообразцы из изучаемой коллекции. В дальнейшем при создании новых сортов сафлора красильного для аридных условий Северного Прикаспия в качестве исходного материала будут образцы 618 Шахалли-260 и 619 Цамбули (Таджикистан), 584 Sinaloa-90 (Мексика), 548 Lesaf 175-1 (Канада), 621 Талан, 620 Ширкас, 622 Центр 70, 609 Акмай и 623 Алкызыл (Казахстан), которые превысили стандартный сорт Астраханский 747 по основным показателям.

Список литературы

1. Mosupiemang M., Emongor V. E., Malambane G. A Review of Drought Tolerance in Safflower. International Journal of Plant & Soil Science. 2022;34(10):140-149. DOI: <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2022/v34i1030930>
2. Bergman J., Kandel H. Safflower Production. North Dakota State University Fargo, North Dakota, 2019. 4 p. URL: <https://www.ndsu.edu/agriculture/ag-hub/ag-topics/crop-production/crops/safflower/safflower-production>
3. 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)):34-38.
4. 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 агропромышленного комплекса. 2021;(3):23-27. DOI: <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2021-49-3-23-27> EDN: EOENOS
5. 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):26-29. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp26-29> EDN: NNJRWP
6. Singh V., Nimbkar N., Sameer K. C. V. Male Sterility and Hybrid Breeding Strategies in Safflower. 2022. pp. 251-263. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-3808-5_11
7. Кулешов А. М. Сортообразцы сафлора и их оценка в селекции на продуктивность и качество. Научно-агрономический журнал. 2019;(3(106)):29-32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41420325> EDN: CYJJNJ
8. Gürbüz B., Kiralan M. Oil Content and Fatty Acid Composition of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Sown in Spring and Winter. International Journal of Natural and Engineering Sciences. 2007;1(3):11-15. URL: https://www.researchgate.net/publication/242606175_Oil_Content_and_Fatty_Acid_Composition_of_Some_Safflower_Carthamus_tinctorius_L_Varieties_Sown_in_Spring_and_Winter

9. Çamaş N., Çirak C., Esenal E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. Journal of Agricultural Faculty Omu. 2007;22(1):98-104. URL: <https://paperity.org/p/198661672/seed-yield-oil-content-and-fatty-acids-composition-of-safflower-carthamus-tinctorius-1>
10. Büyük İ., Bolukbasi E., Aras S. Expression of CtFAD2 gene for early selection in safflower oleic/linoleic oil content. The Journal of Animal and Plant Sciences. 2016;26(5):1383-1388. URL: https://www.researchgate.net/publication/309538633_Expression_of_CtFAD2_gene_for_early_selection_in_safflower_oleiclinoleic_oil_content
11. Gavrilova V., Shelenga T., Porokhovinova E., Dubovskaya A., Kon'kova N., Grigoryev S., Podolnaya L., Konarev A., Yakusheva T., Kishlyan N., Pavlov A., Brutch N. The diversity of fatty acid composition in traditional and rare oil crops cultivated in Russia. Biological Communications. 2020;65(1):68-81. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu03.2020.106>
12. Cao S., Zhou X., Wood C., Green A., Singh S., Liu L., Liu Q. A large and functionally diverse family of Fad2 genes in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). BMC Plant Biology. 2013;13:5. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-5>
13. Cerrotta A., Lindström L. I., Echenique V. Selection tools for oil content and fatty acid composition in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Breeding Science. 2020;70(5):558-566. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.20053>

References

1. Mosupiemang M., Emongor V. E., Malambane G. A Review of Drought Tolerance in Safflower. International Journal of Plant & Soil Science. 2022;34(10):140-149. DOI: <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2022/v34i1030930>
2. Bergman J., Kandel H. Safflower Production. North Dakota State University Fargo, North Dakota, 2019. 4 p. URL: <https://www.ndsu.edu/agriculture/ag-hub/ag-topics/crop-production/crops/safflower/safflower-production>
3. Leontev V. I., Sukhareva E. P., Ryabova E. N. Cultivation of safflower in the dry steppe zone of dark chestnut soils of the Lower Volga region. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* = Scientific Agronomy Journal. 2013;(1(92)):34-38. (In Russ.).
4. Zaytseva N. A., Yachmeneva E. V., Klimova I. I., Dyakov A. S. Perspective cultivars of safflower for cultivation under different humidity conditions on light chestnut soils in the lower Volga region. *Teoreticheskie i prikladnye problem agropromyshlennogo kompleksa* = Theoretical & Applied Problems of Agro-industry problems of Agro-industry. 2021;(3):23-27. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2021-49-3-23-27>
5. Zaytseva N. A., Yachmeneva E. V., Klimova I. I., Dyakov A. S. Study of dyed safflower collection samples under arid conditions of the Astrakhan region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2021;(10):26-29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asi.v2021i10pp26-29>
6. Singh V., Nimbkar N., Sameer K. C. V. Male Sterility and Hybrid Breeding Strategies in Safflower. 2022. pp. 251-263. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-3808-5_11
7. Kuleshov A. M. Sortoobraztsy saflora i ikh otsenka v selektsii na produktivnost' i kachestvo. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* = Scientific Agronomy Journal. 2019;(3(106)):29-32. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41420325>
8. Gürbüz B., Kiralan M. Oil Content and Fatty Acid Composition of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Sown in Spring and Winter. International Journal of Natural and Engineering Sciences. 2007;1(3):11-15. URL: https://www.researchgate.net/publication/242606175_Oil_Content_and_Fatty_Acid_Composition_of_Some_Safflower_Carthamus_tinctorius_L_Varieties_Sown_in_Spring_and_Winter
9. Çamaş N., Çirak C., Esenal E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. Journal of Agricultural Faculty Omu. 2007;22(1):98-104. URL: <https://paperity.org/p/198661672/seed-yield-oil-content-and-fatty-acids-composition-of-safflower-carthamus-tinctorius-1>
10. Büyük İ., Bolukbasi E., Aras S. Expression of CtFAD2 gene for early selection in safflower oleic/linoleic oil content. The Journal of Animal and Plant Sciences. 2016;26(5):1383-1388. URL: https://www.researchgate.net/publication/309538633_Expression_of_CtFAD2_gene_for_early_selection_in_safflower_oleiclinoleic_oil_content
11. Gavrilova V., Shelenga T., Porokhovinova E., Dubovskaya A., Kon'kova N., Grigoryev S., Podolnaya L., Konarev A., Yakusheva T., Kishlyan N., Pavlov A., Brutch N. The diversity of fatty acid composition in traditional and rare oil crops cultivated in Russia. Biological Communications. 2020;65(1):68-81. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu03.2020.106>
12. Cao S., Zhou X., Wood C., Green A., Singh S., Liu L., Liu Q. A large and functionally diverse family of Fad2 genes in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). BMC Plant Biology. 2013;13:5. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-5>
13. Cerrotta A., Lindström L. I., Echenique V. Selection tools for oil content and fatty acid composition in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Breeding Science. 2020;70(5):558-566. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.20053>

Сведения об авторах

✉ **Зайцева Надежда Александровна**, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, зав. лабораторией селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», ул. квартал Северный, д.8, с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация, 416251, e-mail: pniiaz@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-398X>, e-mail: rexham@ramber.ru

Климова Ирина Ивановна, младший научный сотрудник лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», ул. квартал Северный, д. 8, с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация, 416251, e-mail: pniiaz@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9582-3752>

Information about the authors

✉ **Nadezhda A. Zaitseva**, PhD in Agriculture, researcher, Head of the Laboratory for Breeding of Agricultural Crops, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, st. Severny quarter, 8, Solenoe Zaymishche, Astrakhan region, Russian Federation, 416251, e-mail: pniiaz@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-398X>, e-mail: rexham@ramber.ru

Irina I. Klimova, junior researcher, the Laboratory for Breeding of Agricultural Crops, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, st. Severny quarter, 8, p. Solenoe Zaymishche, Astrakhan region, Russian Federation, 416251, e-mail: pniiaz@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9582-3752>

✉ – Для контактов / Corresponding author