



Научная статья

УДК 633.85:631:526.32

doi: 10.55186/25876740_2025_68_3_399

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.Я. Прахова¹, В.Г. Дружинин²

¹Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

²Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты экологического изучения сортов сафлора красильного по продуктивности в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводили в течение четырех лет (2021-2024 гг.) на опытном поле Пензенского НИИСХ (Лунино, Пензенская область). Объектом исследований являлись 10 сортов сафлора красильного различной селекции. Климат региона характеризуется контрастностью температурного режима и степени увлажнения. В 2021 и 2023 гг. период вегетации культуры характеризовался как умеренно-засушливый — гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,86 и 0,87. В 2024 г. вегетационный период протекал в засушливых условиях (ГТК 0,50), в 2022 г. — в избыточно увлажненных (ГТК 1,38). В годы исследований полевая всхожесть сафлора составляла в среднем 74,1-81,2% в зависимости от сорта. Сохранность растений сафлора к уборке варьировалась от 79,8 до 89,6%. Урожайность семян сафлора зависела от метеорологических условий и варьировалась в среднем от 1,32 до 1,70 т/га. Наибольшую продуктивность сформировали сорта Александрит и Ершовский 4, урожайность которых составила 1,65 и 1,70 т/га, что существенно превышало среднее значение по сортам — на 0,16 и 0,21 т/га. Наиболее стрессовые условия сложились для сортов Борец и Памяти Капитона Новожилова. Данные сорта сформировали самую низкую урожайность, которая составила 1,32 и 1,36 т/га. Максимальное накопление масла в семенах отмечено у сортов Хамелеон (23,19%) и Ершовский 4 (22,46%), что существенно (на 1,4-1,9%) превышало данный показатель у других сортов. Масса 1000 семян сафлора варьировалась в пределах 30,4-42,2 г, изменчивость по годам данного признака была незначительной (2,5-7,0%). Наиболее крупные семена сформировались у сорта Краса Ступинская, масса 1000 семян которых в среднем составила 42,2 г. Все сорта сафлора относятся к сортам линолевого типа, где процент линолевой кислоты варьировал в пределах 75,98-81,40%. Проведенные исследования определяют сафлор как перспективную масличную культуру для возделывания в условиях Среднего Поволжья и, в частности, в Пензенской области.

Ключевые слова: сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.), сорта, урожайность, масличность, масса 1000 семян, жирнокислотный состав

Благодарности: исследования выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

VARIETAL FEATURES OF REALIZING THE PRODUCTIVITY POTENTIAL OF SAFFLOWER IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

T.Ya. Prakhova¹, V.G. Druzhinin²

¹Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

²Penza State Agrarian University, Penza, Russia

Abstract. The article presents the results of an ecological study of safflower varieties by productivity in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. The research was carried out over a period of four years (2021-2024) on the experimental field of the Penza Research Institute of Agriculture (Lunino, Penza region). The object of the research was 10 varieties of safflower of various selections. The climate of the region is characterized by contrasting temperatures and levels of humidity. In 2021 and 2023, the crop growing season was characterized as moderately dry (the hydrothermal coefficient was 0.86 and 0.87). In 2024, the growing season proceeded in dry conditions (GTC 0.50), in 2022 — in excessively humid conditions (GTC 1.38). During the research years, the field germination rate of safflower averaged 74.1-81.2%, depending on the variety. The survival rate of safflower plants at harvest varied from 79.8 to 89.6%. The yield of safflower seeds depended on meteorological conditions and varied on average from 1.32 to 1.70 t/ha. The highest productivity was demonstrated by the Alexandrite and Ershovsky 4 varieties, whose yields amounted to 1.65 and 1.70 t/ha, which significantly exceeded the average value for the varieties by 0.16 and 0.21 t/ha. The most stressful conditions were experienced by the Borets and Pamyati Kapiton Novozhilov varieties. These varieties produced the lowest yields, which amounted to 1.32 and 1.36 t/ha, respectively. The maximum accumulation of oil in seeds was noted in the varieties Chameleon (23.19%) and Ershovsky 4 (22.46%), which significantly (by 1.4-1.9%) exceeded this indicator in other varieties. The weight of 1000 safflower seeds varied within the range of 30.4-42.2 g, the variability of this trait over the years was insignificant (2.5-7.0%). The largest seeds were formed in the Krasa Stupinskaya variety, the average weight of 1000 seeds of which is 42.2 g. All safflower varieties belong to the linoleic type, where the percentage of linoleic acid varied within 75.98-81.40%. The conducted studies define safflower as a promising oilseed crop for cultivation in the conditions of the Middle Volga region, and in particular in the Penza region.

Keywords: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), varieties, yield, oil content, weight of 1000 seeds, fatty acid composition

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 Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. А.А. Жученко писал: «В основу адаптивной интенсификации сельского хозяйства должна быть положена многофакторность, многовариантность, широкое использование качественно новых факторов и их интегративных эффектов». В этой связи дальнейший рост урожайности, помимо совершенствования агротехники возделывания культуры, должен осуществляться за счет генетических особенностей сортов и условий их выращивания [1, 2].

По имеющимся различным оценкам, вклад сорта в повышение урожайности сельскохозяйственных культур оценивается в 30-70%, и роль этого фактора будет возрастать [3, 4]. Поэтому использование адаптивного сорта, наиболее устойчивого к местным агроклиматическим условиям, является одним из первых и важных элементов технологии возделывания культуры. Наличие такого сорта не только способствует стабилизации роста урожайности, но и часто

решает судьбу возделывания культуры на данной территории [5, 6].

Сорт как элемент технологии играет ключевую роль в сельскохозяйственном производстве, он определяет, как будут использоваться климатические ресурсы, почвенное плодородие и другие факторы интенсификации. При этом сам по себе сорт не гарантирует эффективного производства, наиболее полно реализовать заложенные в нем потенциальные возможности



можно только на фоне общей высокой культуры земледелия и соблюдения всех элементов технологии возделывания [6, 7].

Сафлор красильный в настоящее время становится весьма популярным масличным растением [8, 9], интродукция которого в различные регионы Российской Федерации будет способствовать расширению ассортимента масличных культур и стабильности производства растительного масла для различных целей использования [10].

Масло сафлора относится к полувысыхающим и по своим вкусовым качествам превосходит подсолнечное масло. В его жирнокислотный состав входит до 70-90% линолевой кислоты, которая является незаменимой, а поскольку в организме человека она не образуется, то должна поступать с продуктами питания [11]. Также сафлоровое масло является лучшим источником ненасыщенных жирных кислот, которые влияют на здоровый обмен холестерина в организме человека [12]. В технической промышленности масло сафлора используется для олифования, приготовления линолеума и в качестве источника биодизеля [13, 14].

Сафлор засухоустойчивая культура, кроме того, короткий период его вегетации позволяет рано и качественно обработать почву для следующей культуры, что делает сафлор хорошим предшественником для различных сельскохозяйственных культур [9, 15, 16].

Повышенная урожайность является наиболее важным критерием при возделывании любой сельскохозяйственной культуры. Одним из направлений решения данной задачи является высокая степень реализации сортового потенциала продуктивности культуры при любых складывающихся лимитах среды [17, 18].

Основные площади возделывания сафлора сосредоточены в острозасушливых регионах РФ. Однако продвижение сафлора в северные регионы России представляет научный и практический интерес.

В настоящее время из 18 сортов сафлора красильного, внесенных в государственный реестр селекционных достижений, 15 сортов допущено к использованию по Средневолжскому региону. Тем не менее при таком сортовом разнообразии имеет большое значение сортознание сафлора в условиях лесостепи Среднего Поволжья, а именно в Пензенской области. Так как правильно подобранный сорт позволяет полностью реализовать генетический потенциал культуры и максимально использовать производственные и почвенно-климатические ресурсы региона.

Цель исследований — провести экологическое изучение сортов сафлора красильного по продуктивности в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования сортов проводили в течение четырех лет (2021-2024 гг.) на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» (р.п. Лунино, Пензенская область). Объектом исследований являлись 10 сортов сафлора красильного различной селекции.

Климат региона характеризуется контрастностью и вариабельностью температурного режима и годового выпадения осадков. В 2021 и 2023 гг. период вегетации культуры характеризовался как умеренно-засушливый, гидротермический коэффициент (ГТК) составил, соответственно, 0,86 и 0,87, сумма осадков составила 180,4 и 182,4 мм. При этом среднесуточные температуры в период вегетации сафлора в 2021 г. отличались наиболее высокими показателями (21,6°C), а в 2023 г. значения среднесуточных температур достигали в среднем 18,2°C.

Вегетационный период сафлора в 2024 г. протекал в засушливых условиях с ГТК-0,50, всего за данный период выпало 101,9 мм осадков при среднесуточных температурах 19,6°C. В 2022 г. вегетационный период сафлора характеризовался избыточно увлажненными условиями (ГТК составил 1,38) при суммарном количестве осадков 216,9 мм и средними температурами 18,5°C.

Закладку полевых опытов по изучению сортов сафлора, фенологические учеты и оценку урожая проводили согласно методическим рекомендациям [19]. Определение масличности семян сафлора проводили методом Сокслета в Пензенском НИИСХ.

Результаты исследований. Важным этапом формирования высокопродуктивного агрономизма культуры является оптимальная густота стояния растений на единице площади, которая оценивается через показатели полевой всхожести и сохранности растений к уборке.

Полевая всхожесть сафлора зависит от условий тепло- и влагообеспеченности в довсходовый период. Для обеспечения высокой полевой всхожести семян сочетание тепла и влаги должно быть оптимальным.

В годы исследований полевая всхожесть сафлора составляла в среднем 74,1-81,2% в зависимости от сорта, что в достаточной мере обеспечивало оптимальную плотность посева с точки зрения получения высокой урожайности (рис.).

Сорта Хамелеон, Ершовский 4, Краса Ступинская и Александрий характеризовались высокими значениями полевой всхожести, которая была выше 80,0% и составила 80,4-81,2%. Из них наибольшая полнота всходов отмечена у сорта Хамелеон, показатели которой на 0,3-7,1% превышали остальные сорта. Наименьшая густота стояния растений (74,1%) отмечена у сорта Камышинский 73, это говорит о том, что данный сорт является наиболее не устойчивым к неблагоприятным условиям.

В среднем за годы исследований сохранность растений сафлора к уборке была достаточно высокой и варьировалась от 79,8 до 89,6%. Наибольшая сохранность растений отмечена у сортов Краса Ступинская (88,3%) и Хамелеон (89,6%), что, по-видимому, определено их повышенной биологической стойкостью к условиям возделывания. При этом у данных сортов наблюдается такая же тенденция и отдельно по годам. Сохранность растений у сортов Александрий и Ершовский 4 также была достаточно высокой (86,9 и 85,9%), что на 1,0-7,1% превышало значение данного показателя у других сортов.

У сортов Борец и Памяти Капитона Новожилова процент сохранившихся к уборке растений

был наиболее низким по сравнению с другими сортами и составил всего 79,8 и 80,9% соответственно.

Тем не менее следует отметить, что сохранность растений к уборке всех сортов сафлора была достаточно высокой и варьировала в основном в зависимости от условий года.

Наряду с продуктивностью огромное значение при оценке сортов имеют урожайные свойства семян и, в первую очередь, их выполнность и крупность, которые определяются массой 1000 семян. Как известно, данный показатель является одним из сортовых признаков и в меньшей степени изменяется под влиянием метеорологических условий периода созревания и агротехнического фона возделывания культуры.

В среднем за годы сортоиспытания масса 1000 семян сафлора варьировалась в пределах 30,4-42,2 г, изменчивость по годам данного признака была незначительной (2,5-7,0%) (табл. 1).

Наиболее крупные семена сформировались у сорта Краса Ступинская, масса 1000 семян которых в среднем составила 42,2 г с диапазоном варьирования по годам от 39,5 до 44,8 г. Этому способствовали наилучшие условия среды, индекс которых составил 5,5. Хуже всего сказывались условия в годы выращивания на сорт Борец (li=6,2), который сформировал наиболее мелкие семена с массой 1000 семян 30,4 г.

Наибольшей изменчивостью по крупности семян по годам характеризовались сорта Волгоградский 15 и Борец, коэффициент вариации у которых составил 7,0 и 6,7%, а диапазон колебания массы 1000 семян был в пределах 33,5-39,5 и 27,8-32,3 г соответственно.

Низкой вариабельностью данного признака отличались сорта Астраханский 747 (2,5%) и Хамелеон (3,2%), масса 1000 семян которых колебалась от 39,4 и 39,6 г до 41,8 и 42,2 г и в среднем составила 40,4 и 40,8 г соответственно.

Урожайность семян сафлора зависела от метеорологический условий и варьировалась в среднем за четыре года от 1,32 до 1,70 т/га (табл. 2).

Наиболее непостоянным по продуктивности был сорт Астраханский 747, изменчивость урожайности которого по годам составила 23,7% с широким диапазоном варьирования (от 1,06 до 1,78 т/га). Более стабильным был сорт Заволжский 1, вариация его урожая составила 7,5% (1,39-1,64 т/га). При этом его средняя урожайность семян не отличалась высокими значениями (1,56 т/га).

Метеорологические условия периода вегетации сафлора за годы исследований различались контрастностью, индекс условий среды варьировал в пределах от -0,28 до 0,18 в зависимости от года.

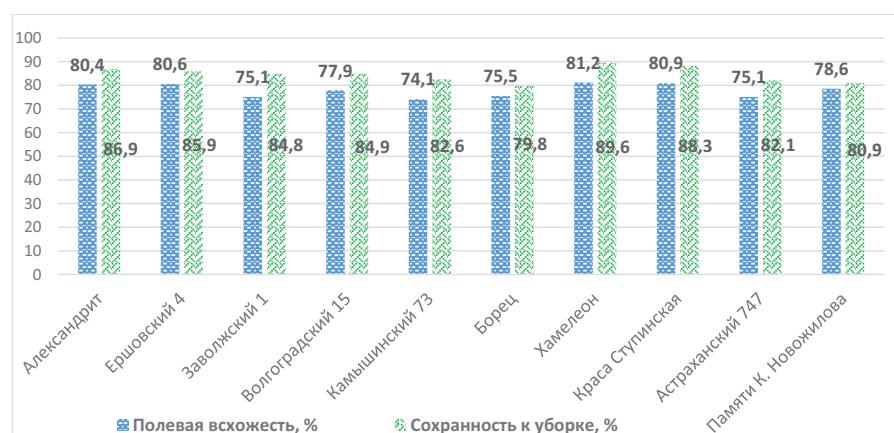


Рисунок. Полевая всхожесть и сохранность растений сафлора к уборке (2021-2024 гг.)
Figure. Field germination and survival of safflower plants for harvesting (2021-2024)



Наиболее оптимальные условия для развития культуры сложились в 2024 г., где наблюдались наиболее благоприятные условия для развития культуры ($li=0,18$). Урожайность в 2024 г. была наибольшей и в среднем по сортам составила 1,67 т/га с размахом от 1,38 т/га у сорта Борец до 1,90 т/га у сорта Хамелеон, и была выше по сравнению с другими годами на 6,6-27,5%.

Наиболее стрессовые условия сложились для сортов Борец и Памяти Капитона Новожилова, индекс условий среды составил -0,17 и -0,13. Данные сорта сформировали наиболее низкую урожайность, которая составила 1,32 и 1,36 т/га и была ниже среднесортовой урожайности на 0,17 и 0,13 т/га соответственно.

Наибольшую продуктивность сформировали сорта Александрит и Ершовский 4, урожайность которых существенно превышала среднее значение по сортам на 0,16 и 0,21 т/га. Это говорит о том, что в течение всего периода изучения условия возделывания были благоприятными для их роста и развития ($li=0,16$ и 0,21).

Сравнительное изучение сортов сафлора показало, что в среднем за четыре года, содержание жира в его семенах колебалось в пределах 20,53-23,19%. При этом изменчивость данного признака по годам была высокой, коэффициент вариации составил 17,8-30,7%.

В среднем по сортам масличность семян сафлора наибольшей была в 2022 г. (26,49%), для этого здесь сложились наиболее благоприятные условия, индекс условий среды равнялся 4,92.

Минимальные значения содержания жира в семенах отмечены в 2024 г. (11,81-17,83%), здесь наблюдались неблагоприятные сильно-засушливые условия в период «цветение-спелость» сафлора, и индекс условий среды составил -6,06 (табл. 3).

В среднем максимальное накопление масла в семенах отмечено у сортов Хамелеон (23,19%) и Ершовский 4 (22,46%), что существенно — на 1,4-1,9% превышало данный показатель у других сортов и на 0,89-1,62% превышало среднесортовой показатель. Наименьшее содержание жира отмечено у сорта Борец — 20,56%, что на 0,5-2,63% меньше по сравнению с другими сортами.

Наиболее стабильными по маслонакоплению в годы исследований были сорта Краса Ступинская и Памяти Капитона Новожилова, коэффициент вариации составил 17,8%. При этом средние значения их масличности были не высокими и составляли 20,53 и 21,46% соответственно с диапазоном колебания от 17,76 и 17,23% до 25,68 и 26,54% соответственно.

Наибольшая изменчивость содержания масла отмечена у сортов Волгоградский 15 и Борец, которая составила 27,5 и 30,7% соответственно. Амплитуда колебания масличности по годам у данных сортов находилась в широких пределах — от 11,81-13,94 до 26,81-27,92%.

Поскольку сафлор является, в первую очередь, масличной культурой, то жирнокислотный состав является основополагающей качественной характеристикой его масла. Сравнительная

характеристика сортов сафлора показала, что все они относятся к сортам линолевого типа, процент линолевой кислоты варьировал в пределах 75,98-81,40% (табл. 4).

В среднем за 3 года наиболее высокого значения (81,40 и 80,78%) линолевая кислота достигала в маслосеменах сортов Хамелеон и Ершовский 4. Меньшее содержание данной кислоты — 76,41 и 75,98% отмечено у сортов Борец и Краса Ступинская, причем у последнего отмечено наибольшее содержание мононенасыщенной олеиновой кислоты — 13,26%.

Доля олеиновой кислоты варьировала в пределах от 10,04 до 13,26%. Минимальное ее содержание было в маслосеменах сортов Ершовский 4 (10,04%) и Хамелеон (10,07%), что было существенно меньше (на 1,24-1,2%) среднесортового показателя.

Содержание полиненасыщенной линоленовой кислоты в сортах сафлора было низким и составляло всего 0,15-0,40%. При этом максимальное количество данной кислоты выявлено в масле сортов Краса Ступинская (0,40%), Памяти Капитона Новожилова (0,39%) и Ершовский 4 (0,38%), а минимальная концентрация линоленовой кислоты отмечена у сорта Хамелеон — 0,15%.

Сумма насыщенных кислот составляет 6,96-8,51%, наибольшая доля из которых приходится на пальмитиновую кислоту (5,07-6,06%), содержание стеариновой кислоты варьирует по сортам в диапазоне от 1,82 до 2,87%.

Таблица 1. Масса 1000 семян сортов сафлора красильного, г
Table 1. Weight of 1000 seeds of safflower varieties, g

Сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	V, %	Индекс условий среды, li
Александрит	40,8	37,1	39,6	38,1	38,9	4,2	2,2
Ершовский 4	40,5	41,8	43,2	37,6	40,8	5,9	4,1
Заволжский 1	38,1	38,6	41,9	39,6	39,5	4,3	2,8
Волгоградский 15	39,5	33,5	37,5	38,2	37,2	7,0	0,5
Камышинский 73	38,7	39,9	36,2	38,9	38,4	4,1	1,7
Борец	27,8	29,9	31,8	32,3	30,4	6,7	-6,2
Хамелеон	42,2	41,6	39,8	39,6	40,8	3,2	4,1
Краса Ступинская	39,5	41,5	44,8	42,9	42,2	5,3	5,5
Астраханский 747	40,5	40,1	41,8	39,4	40,4	2,5	3,7
Памяти К. Новожилова	39,6	37,5	39,6	41,4	39,5	4,0	2,8
HCP ₀₅	-	-	-	-	2,70	-	-

Таблица 3. Масличность семян сортов сафлора красильного, %
Table 3. Oil content of seeds of safflower varieties, %

Сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	V, %	Индекс условий среды, li
Александрит	23,63	27,31	20,02	16,21	21,79	21,9	0,22
Ершовский 4	21,52	26,82	21,53	15,70	22,46	19,0	0,89
Заволжский 1	21,76	28,05	24,82	17,83	21,06	23,4	-0,51
Волгоградский 15	23,62	27,92	20,26	13,94	21,44	27,5	-0,13
Камышинский 73	26,11	25,86	19,68	14,80	21,61	25,1	0,04
Борец	21,32	26,81	22,31	11,81	20,56	30,7	-1,01
Хамелеон	27,33	26,80	24,14	14,48	23,19	25,7	1,62
Краса Ступинская	20,61	25,68	18,06	17,76	20,53	17,8	-1,04
Астраханский 747	20,35	26,11	26,52	16,37	21,59	19,9	0,02
Памяти К. Новожилова	20,95	26,54	21,14	17,23	21,46	17,8	-0,11
Среднее по сортам	22,82	26,49	21,45	15,51	21,57	21,1	
Индекс условий среды, li	1,25	4,92	-0,12	-6,06			
HCP ₀₅					1,27		

Таблица 2. Урожайность семян сортов сафлора красильного, т/га
Table 2. Seed yield of safflower varieties, t/ha

Сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	V, %	Индекс условий среды, li
Александрит	1,68	1,41	1,71	1,78	1,65	9,8	0,16
Ершовский 4	1,71	1,30	1,99	1,80	1,70	17,1	0,21
Заволжский 1	1,63	1,39	1,58	1,64	1,56	7,5	0,07
Волгоградский 15	1,36	1,27	1,45	1,61	1,42	10,2	-0,07
Камышинский 73	1,34	1,18	1,54	1,51	1,39	12,0	-0,10
Борец	1,54	1,09	1,25	1,38	1,32	14,5	-0,17
Хамелеон	1,62	1,23	1,68	1,90	1,61	17,4	0,12
Краса Ступинская	1,59	1,15	1,48	1,80	1,51	18,0	0,02
Астраханский 747	1,62	1,06	1,22	1,78	1,42	23,7	-0,07
Памяти К. Новожилова	1,52	1,06	1,34	1,52	1,36	16,0	-0,13
Среднее по сортам	1,56	1,21	1,52	1,67	1,49		
Индекс условий среды, li	0,07	-0,28	0,03	0,18			
HCP ₀₅					0,30		

Таблица 4. Содержание основных жирных кислот в маслосеменах сортов сафлора красильного (2021-2023 гг.)

Table 4. Content of essential fatty acids in oil seeds of safflower varieties (2021-2023)

Сорт	Жирные кислоты, %				
	пальми-тиновая	стеари-новая	олеино-вая	линопе-ловая	линопе-новая
Александрит	5,18	2,02	11,31	79,29	0,30
Ершовский 4	5,44	1,99	10,04	80,78	0,38
Заволжский 1	5,49	2,12	11,02	79,81	0,25
Волгоградский 15	5,36	2,01	10,91	80,03	0,22
Камышинский 73	5,47	2,01	10,53	79,94	0,33
Борец	5,64	2,87	12,77	76,41	0,25
Хамелеон	5,07	1,94	10,07	81,40	0,15
Краса Ступинская	6,06	2,02	13,26	75,98	0,40
Астраханский 747	5,35	2,21	11,01	79,57	0,36
Памяти К. Новожилова	5,14	1,82	12,17	77,97	0,39
Среднее по сортам	5,42	2,10	11,31	79,12	0,30
HCP ₀₅	0,83	0,46	0,75	1,09	0,09





Заключение. Таким образом, проведенные исследования определяют сафлор как перспективную масличную культуру для возделывания в условиях Среднего Поволжья и, в частности, в Пензенской области. Оценка сафлора красильного в контрастных климатических условиях показала, что наиболее продуктивными были сорта Ершовский 4 и Александрия, урожайность которых составила 1,70 и 1,65 т/га, что существенно превышало среднее значение по сортам — на 0,16 и 0,21 т/га. Максимальное накопление масла в семенах отмечено у сортов Хамелеон (23,19%) и Ершовский 4 (22,46%), что существенно — на 1,4-1,9% превышало данный показатель у других сортов.

Это говорит о том, что данные сорта проявляют толерантность и максимальную реализацию своих генетических свойств в различных условиях среды, и позволяет отметить их, как перспективные для внедрения в условиях Пензенского региона.

Список источников

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (экологогенетические основы). М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.
2. Тютюма Н.В., Климова И.И., Ячменева Е.В. Результаты конкурсного сортоиспытания сафлора красильного в багарных условиях Нижнего Поволжья // Естественные науки. 2024. № 2 (15). С. 66-73.
3. Карпова Л.В., Пятков С.Н., Грязева В.И. Сорт как фактор повышения урожайности озимой пшеницы // Нива Поволжья. 2018. № 4 (49). С. 47-52.
4. Шарипкулова З.М. Роль сорта в интенсификации производства // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 2. С. 24-27.
5. Жученко А.А. мл., Рожмина Т.А. Генетические ресурсы и селекция растений — главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (81). С. 3-8. doi: 10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3
6. Виноградов Д.В., Мажайский Ю.А., Новикова А.В., Лупова Е.И. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от сроков посева в Нечерноземной зоне России // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 17-20. doi: 10.31857/S250026272101004X
7. Булавин Л.А., Булавина Т.М., Скируха А.Ч., Мельников Р.В., Гвоздов А.П., Шашко Ю.К. О сортовых особенностях реакции сельскохозяйственных культур на применение средств интенсификации земледелия // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 42-47.
8. Олейникова Е.М., Кольцова О.М., Матеев Е.З., Матеева С.З., Матеева А.Е., Мирайдов М.М. Фенология, продуктивность и урожайность *Carthamus tinctorius* L. при выращивании в Центрально-Черноземном регионе России и в Средней Азии // International Science Reviews. Natural Sciences and Technologies Series. 2023. № 1 (4). С. 1-5.
9. Solonkin, A., Sukhareva, E., Belikina, A. (2024). The growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the conditions of the dry steppe of Eurasia. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, no. 3 (13), pp. 340-346. doi: 10.47278/journal.ijab/2024.128
10. Temirbekova, S.K., Kulikov, I.M., Afanaseva, Yu.V., Beloshapkina, O.O., Bome, N.A., Polivanova, O.B., Korolev, K.P., Ashirbekov, M.Zh., Norov, M.S. (2024). Ehkologicheskoe izuchenie saflora krasil'nogo v Rossii, Kazakhstane i Tadzhikistane dlya obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti [Ecological study of safflower in Russia, Kazakhstan and Tajikistan to ensure food security]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 4, pp. 35-45. doi: 10.31857/S2500208224040064
11. Khalid, N., Khan, R.S., Hussain, M.I., Farooq, M., Ahmad, A., Ahmed, I. (2017). A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient — A Review. *Trends in Food Science and Technology*, vol. 66, pp. 176-186. doi: 10.1016/j.tifs.2017.06.009
12. Прахова Т.Я., Кшникаткина А.Н., Щянин А.А. Агроэкологическое изучение сортов сафлора красильного в условиях Пензенской области // Сурский вестник. 2018. № 2 (2). С. 24-27.
13. Турина Е.Л., Корнев А.Ю. Сортоиспытание сафлора в Крыму и возможность получения биотоплива // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 98. С. 120-125. doi: 10.21515/1999-1703-98-120-125
14. Nogales-Delgado, S., Encinar, J.M., Cortés, Á.G. (2021). High oleic safflower oil as a feedstock for stable biodiesel and biolubricant production. *Industrial Crops and Products*, vol. 170, p. 113701. doi: 10.1016/j.indcrop.2021.113701
15. Ячменева Е.В., Дьяков А.С. Экологическая устойчивость сафлора красильного в аридной зоне Северного Прикаспия // Аграрный научный журнал. 2024. № 2. С. 62-66. doi: 10.28983/asj.y2024i2pp62-66
16. Зайцева Н.А., Зайцев С.В. Изучение гибридов F₁ *Carthamus tinctorius* L. в условиях Северного Прикаспия // Аграрная наука. Евро-Северо-Востока. 2024. № 5 (25). С. 818-830. doi: 10.30766/2022-9081.2024.25.5.818-830
17. Прахова Т.Я., Прахов В.А. Агроэкологическая оценка масличных культур семейства Asteraceae // Аграрная наука. 2024. № 11. С. 129-133. doi: 10.32634/0869-8155-2024-388-11-129-133
18. Chehade, L.A., Luciana, G.A., Tavarini, S. (2022). Genotype and seasonal variation affect yield and oil quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean conditions. *Agronomy*, vol. 12 (1), pp. 118-122. doi: 10.3390/agronomy12010122
19. Методика проведения полевых и агroteхнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.

References

1. Zhuchenko, A.A. (2001). *Adaptivnaya sistema seleksiya rastenii (ekhologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis)]. Moscow, RUDN University Publishing house, vol. 1, 780 p.
2. Tyutyma, N.V., Klimova, I.I., Yachmeneva, E.V. (2024). Rezul'taty konkursnogo sortoispitaniya saflora krasil'nogo v bogarnykh usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Results of competitive variety testing of safflower in dryland conditions of the Lower Volga region]. *Estestvennye nauki* [Natural sciences], no. 2 (15), pp. 66-73.
3. Karpova, L.V., Pyatkov, S.N., Gryazeva, V.I. (2018). Sort kak faktor povysheniya urozhainosti ozimoi pshenitsy [Variety as a factor in increasing the yield of winter wheat]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 4 (49), pp. 47-52.
4. Sharipkulova, Z.M. (2007). Rol' sorta v intensifikatsii proizvodstva [The role of variety in production intensification]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 2, pp. 24-27.
5. Zhuchenko, A.A. jr., Rozhmina, T.A. (2019). Geneticheskie resursy i seleksiya rastenii — glavnye mekhanizmy adaptatsii v sel'skom khozyaistve [Genetic resources and plant selection — the main mechanisms of adaptation in agriculture]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 6 (81), pp. 3-8. doi: 10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3
6. Vinogradov, D.V., Mazhaiiskii, Yu.A., Novikova, A.V., Lupova, E.I. (2021). Produktivnost' sortov l'na maslichnogo v zavisimosti ot srokov posева v Nechernozemnoi zone Rossii [Productivity of oil flax varieties depending on sowing dates in the Non-Chernozem zone of Russia]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka* [Russian agricultural sciences], no. 1, pp. 17-20. doi: 10.31857/S250026272101004X
7. Bulavin, L.A., Bulavina, T.M., Skirukha, A.Ch., Mel'nikov, R.V., Gvozdov, A.P., Shashko, Yu. (2021). O sortovykh osobennostyakh reaktsii sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na primenie sredstv intensifikatsii zemledeliya [On varietal features of the response of agricultural crops to the use of agricultural intensification means]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], no. 1, pp. 42-47.
8. Oleinikova, E.M., Kol'tsova, O.M., Mateev, E.Z., Mateeva, S.Z., Mateeva, A.E., Mirsaidov, M.M. (2023). Fenologiya, produktivnost' i urozhainost' Carthamus Tinctorius L. pri vyrauschivaniyu v Tsentral'no-Chernozemnom regione Rossii i v Srednei Azii [Phenology, productivity and yield of *Carthamus Tinctorius* L. when grown in the Central Black Earth region of Russia and in Central Asia]. *International Science Reviews. Natural Sciences and Technologies Series*, no. 1 (4), pp. 5-13.
9. Solonkin, A., Sukhareva, E., Belikina, A. (2024). The growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the conditions of the dry steppe of Eurasia. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, no. 3 (13), pp. 340-346. doi: 10.47278/journal.ijab/2024.128
10. Temirbekova, S.K., Kulikov, I.M., Afanaseva, Yu.V., Beloshapkina, O.O., Bome, N.A., Polivanova, O.B., Korolev, K.P., Ashirbekov, M.Zh., Norov, M.S. (2024). Ehkologicheskoe izuchenie saflora krasil'nogo v Rossii, Kazakhstane i Tadzhikistane dlya obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti [Ecological study of safflower in Russia, Kazakhstan and Tajikistan to ensure food security]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 4, pp. 35-45. doi: 10.31857/S2500208224040064
11. Khalid, N., Khan, R.S., Hussain, M.I., Farooq, M., Ahmad, A., Ahmed, I. (2017). A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient — A Review. *Trends in Food Science and Technology*, vol. 66, pp. 176-186. doi: 10.1016/j.tifs.2017.06.009
12. Prakhova, T.Ya., Kshnikatkiina, A.N., Shchyanin, A.A. (2018). Agroehkologicheskoe izuchenie sortov saflora krasil'nogo v usloviyakh Penzenskoi oblasti [Agro-ecological study of safflower varieties in the Penza region]. *Surskii vestnik*, no. 2 (2), pp. 24-27.
13. Turina, E.L., Kornev, A.Yu. (2022). Sortoispitanie saflora v Krymu i vozmozhnost' polucheniya biotopliva [Safflower variety testing in Crimea and the possibility of obtaining biofuel]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 98, pp. 120-125. doi: 10.21515/1999-1703-98-120-125
14. Nogales-Delgado, S., Encinar, J. M., Cortés, Á.G. (2021). High oleic safflower oil as a feedstock for stable biodiesel and biolubricant production. *Industrial Crops and Products*, vol. 170, p. 113701. doi: 10.1016/j.indrop.2021.113701
15. Yachmeneva, E.V., D'yakov, A.S. (2024). Ehkologicheskaya ustoychivost' saflora krasil'nogo v aridnoi zone Severnogo Prikaspia [Ecological stability of safflower in the arid zone of the Northern Caspian region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 2, pp. 62-66. doi: 10.28983/asj.y2024i2pp62-66
16. Zaitseva, N.A., Zaitsev, S.V. (2024). Izuchenie gibridov F₁ *Carthamus tinctorius* L. v usloviyakh Severnogo Prikaspia [Study of F₁ *Carthamus tinctorius* L. hybrids in the conditions of the Northern Caspian region]. *Agrarnaya nauka Evro-Sverro-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 5 (25), pp. 818-830. doi: 10.30766/2022-9081.2024.25.5.818-830
17. Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2024). Agroehkologicheskaya otsevka maslichnykh kul'tur semeistva Asteraceae [Agro-ecological assessment of oil crops of the Asteraceae family]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 11, pp. 129-133. doi: 10.32634/0869-8155-2024-388-11-129-133
18. Chehade, L.A., Luciana, G.A., Tavarini, S. (2022). Genotype and seasonal variation affect yield and oil quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean conditions. *Agronomy*, vol. 12 (1), pp. 118-122. doi: 10.3390/agronomy12010122
19. VNIIIMK (2007). Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh optyov s maslichnymi kul'turami [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIIMK, 113 p.

Информация об авторах:

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории интродукции редких масличных культур, Федеральный научный центр лубяных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, Scopus ID: 57212197990, Researcher ID: AAB-4388-2021, SPIN-код: 7077-3294, prakhova.tanya@yandex.ru

Дружинин Виталий Геннадьевич, аспирант, Пензенский государственный аграрный университет, vitalijdruzinin8@gmail.com

Information about the authors:

Tatyana Ya. Prakhova, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of introduction of rare oilseeds, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, Scopus ID: 57212197990, Researcher ID: AAB-4388-2021, SPIN-code: 7077-3294, prakhova.tanya@yandex.ru

Vitaly G. Druzhinin, graduate student, Penza State Agrarian University, vitalijdruzinin8@gmail.com