

Урожайность сафлора красильного (*Cárthamus tinctorius* L.) в зависимости от сроков и норм высева

Сухарева Е.П., кандидат сельскохозяйственных наук

Беликина А.В. ✉

Солонкин А.В., доктор сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97

✉ belikina-a@v fanc.ru

Резюме. Сафлор красильный – засухоустойчивая культура, способная сформировать урожай семян для производства растительных масел, в экстремальных условиях с высокими температурами и малым количеством осадков. Сафлор красильный является страховой культурой многоцелевого назначения и в основном высевается в засушливых районах как альтернатива подсолнечнику. Вследствие изменения климатических условий, возникает необходимость в уточнении ряда технологических вопросов, для решения которых проводятся исследования с новыми сортами этой культуры. С целью получения максимальной урожайности проводили опыты по установлению оптимальных норм высева и сроков сева, когда в почве содержание продуктивной влаги имеет наибольшее количество. Исследования проводили в сухостепной зоне каштановых почв в Волгоградской области. Изучали три срока сева (15.04; 20.04; 25.04), при которых содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы снижалось с 88,3 мм до 75,7 мм. Также изучали ширину междурядья при посеве и нормы высева. При раннем сроке сева имеется наибольший запас продуктивной влаги в метровом слое почвы, который позволил получить максимальную урожайность семян сафлора 1,13 и 1,08 т/га в зависимости от сорта. При этом ширина междурядья составила 30 см, норма высева - 350 тыс. шт./га. Результаты опыта обработаны дисперсионным методом, подтверждено, что результаты значимы, а доля нормы и срока сева в опыте имело значение 89,7%.

Ключевые слова: сафлор красильный, урожайность, срок сева, норма высева, метеорологические условия

Для цитирования: Сухарева Е. П., Беликина А. В., Солонкин А. В. Урожайность сафлора красильного (*Cárthamus tinctorius* L.) в зависимости от сроков и норм высева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №2 (70). С. 41-48. doi:10.18286/1816-4501-2025-2-41-48

Safflower (*Cárthamus tinctorius* L.) yield depending on seeding dates and rates

Sukhareva E.P., Belikina A.V., Solonkin A.V.

Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave., 97

✉ belikina-a@v fanc.ru

Abstract. Safflower is a drought-resistant crop capable of producing seed for the production of vegetable oils in extreme conditions with high temperatures and low rainfall. Safflower is a multi-purpose insurance crop and is mainly sown in arid regions as an alternative to sunflower. Due to changing climatic conditions, there is a need to clarify a number of technological issues, for the solution of which research is carried out with new varieties of this crop. In order to obtain maximum yield, experiments were conducted to establish optimal seeding rates and sowing dates, when the content of productive moisture in the soil is the highest. The research was conducted at the experimental site of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences in the dry steppe zone of chestnut soils in the Volgograd region. Three sowing dates (15.04; 20.04; 25.04), were studied, at which the content of productive moisture in the meter-thick soil layer decreased from 88.3 mm to 75.7 mm. The row spacing during sowing and the seeding rate were also studied. At the early sowing date, there is the largest reserve of productive moisture in the meter-thick soil layer, which allowed us to obtain the maximum yield of safflower seeds of 11.3 and 10.8 t/ha, depending on the variety. In this case, the row spacing was 30 cm, the seeding rate was 350 thousand pcs/ha. The results of the experiment were processed by the dispersion method, it was confirmed that the results are significant, and the share of the sowing rate and date in the experiment had a value of 89.7%.

Keywords: safflower, yield, sowing date, seeding rate, meteorological conditions.

For citation: Sukhareva E.P., Belikina A.V., Solonkin A.V. Safflower (*Cárthamus tinctorius* L.) yield depending on seeding dates and rates // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025;2(70): 41-48 doi:10.18286/1816-4501-2025-2-41-48

Работа выполнена в рамках Государственного задания FNFE-2022-0010 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации»

Введение

Нижеволжский регион расположен в зоне сухих степей с недостаточным увлажнением и присутствием растений в фитоценозах, способных переносить засушливые условия окружающей среды [1]. Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) – растение, произрастающее в сухом климате и способное формировать урожай семян в крайне засушливых условиях на солонцеватых почвах [2, 3, 4]. Широкое использование семян сафлора красильного во многих отраслях народного хозяйства делает эту культуру перспективной для выращивания в неблагоприятных климатических условиях [5]. Сафлор нашел широкое применение в странах с жарким и сухим климатом: Египет, Индия, Китай в качестве красителя, лекарственных средств, для получения растительных масел. Часто его используют как страховую и экспортную культуру [6]. Из семян сафлора получают растительные масла пищевого и промышленного назначения, зеленую массу из безшипых форм растений, возможно использовать на корм сельскохозяйственным животным, лепестки цветков для окрашивания тканей. Растительные масла, получаемые из семян сафлора, отличаются большим содержанием линолевой кислоты, около 78,5%, а также содержанием пальмитиновой, олеиновой кислоты с примесями стеариновой, арахидиновой и миристиновой. В медицине используются все части растения для лечения болезней и патологий сердечно-сосудистой, нервной систем, кожных покровов и желудочно-кишечного тракта [7,8]. В России он распространен на юге страны, учеными ведутся исследования для его введения в полевые севообороты в более северные регионы [9, 10, 11].

В производстве семян сафлора агротехнические мероприятия играют важную роль. Актуальность сроков посева, совокупность факторов природно-климатических условий и агротехнологических приемов отражается в исследованиях при выращивании культуры. В сведениях, которые приведены за 18 лет, обозначены условия, при которых урожаи семян успешны и не требуют специальных мер по влагонакоплению. Изменения климата в последние годы вызывают необходимость проведения дополнительных исследований по технологическим приемам выращивания сафлора [12].

Известно, что семена сафлора способны прорасти при низких температурах почвы +1...2 °С, а всходы переносят заморозки -3...-5 °С, что спасло растения от гибели в 2024 г. [13, 14]. Вследствие аридизации климатических условий необходимо уточнить сроки и запасы продуктивной влаги, при

которых будет гарантированно получен урожай семян сафлора красильного.

Цель исследований - определить оптимальный запас влаги, срок сева и норму высева семян сафлора для получения максимального урожая в зоне каштановых почв в засушливом климате Нижеволжского региона России.

Изучение оптимальных сроков содержания продуктивной влаги при севе сафлора будут полезны производству при планировании посевов, обосновании сроков сева и получения наибольшего урожая семян [15].

Материалы и методы

В опыте применяли технологию возделывания сафлора красильного для получения качественных семян, рекомендованная для засушливого климата Нижеволжского региона. Размещение вариантов в опыте систематическое, последовательное, в соответствии с методикой полевого опыта Доспехова Б.А. [16]. Все повторения в опыте размещены в одном поле площадью 300 м², повторность - трехкратная. В опыте использовались семена сафлора красильного репродукции супер-элиты (СЭ) сортов Александрит и Сашок [17].

Сев семян сафлора проведен по предшественнику – черный пар. С осени проведена основная обработка почвы - дискование, весной боронование в два следа с последующей предпосевной культивацией. Высевали сорта сафлора Александрит и новый сорт Сашок, оригинатор - ФНЦ агроэкологии РАН. Внесение микроудобрений было внекорневое. Для характеристики влагообеспеченности месторасположения опыта в период вегетации сафлора применяли гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова Г.Т. (ГТК) [18]. Содержание общей влаги в почве устанавливается термостатно-весовым методом после сева культуры сафлора красильного. Проводили фенологические наблюдения за растениями сафлора. Данные о метеорологических условиях были получены с ближайшей метеостанции.

Для математической обработки урожайных данных использовали метод дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel 8.

Исследования проводили в 2022-2024 гг. на научных полях ФНЦ агроэкологии РАН с географическими координатами 50.027371 с.ш., 45.127398 в.д., 160 м выше уровня моря в сухостепной зоне каштановых почв, с гидротермическим коэффициентом 0.4...0.6. Климат месторасположения участка - резкоконтинентальный, летняя температура воздуха временами может достигать отметки +45, зимняя -41 °С. Летний период составляет 145 дней с суммой активных температур 2850...3050 °С. Большая часть

весенне-летних осадков выпадает в июле, до 35 мм [19,20]. Почвы опытного участка – каштановые, с солонцеватыми пятнами. Рельеф опытного участка – слабоволнистая равнина. Почвы имеют слабощелочную реакцию pH 7,6. Обеспеченность почвы азотом – низкое, среднее – фосфором и повышенное – калием. Содержание гумуса от 1,2 до 2,0 %. Среднегодовое количество осадков составляет 300...350 мм.

Объекты исследований – сорта сафлора красильного Александрит и Сашок.

Изучали три срока сева, в которых были различные запасы почвенной влаги. Первый срок сева – 15.04, при прогревании почвы на глубине сева (5...6 см) до 10,4 °С, запас продуктивной влаги в метровом слое составлял 88,3 мм. Во второй срок сева – 20.04 посевной слой почвы прогрелся до 13 °С, запас влаги в метровом слое почвы составлял 82,1 мм.

В третий срок сева – 25.04, посевной слой почвы прогрелся до 15 °С, взятые почвенные образцы для определения влаги показали, что запас продуктивной влаги в метровом слое снизился до 75,7 мм. При наблюдении за динамикой содержания почвенной влаги в посевах сафлора установлено ее снижение от посевов до уборки.

Метеорологические условия в 2022-2024 гг. складывались по-разному, но в целом были типичными для климата сухостепной зоне Нижневолжского региона. ГТК изучаемого периода составил 1,3. Расчитанный коэффициент характеризует погодные условия периода вегетации сафлора как оптимальные по обеспечению влагой. Сумма положительных температур вегетационного периода сафлора в период наблюдений составила 2022 г. – 2552,2 °С; 2023 г. – 2523,1 °С; 2024 г. – 2469,5 °С, что соответствовало потребности культуры в тепле.

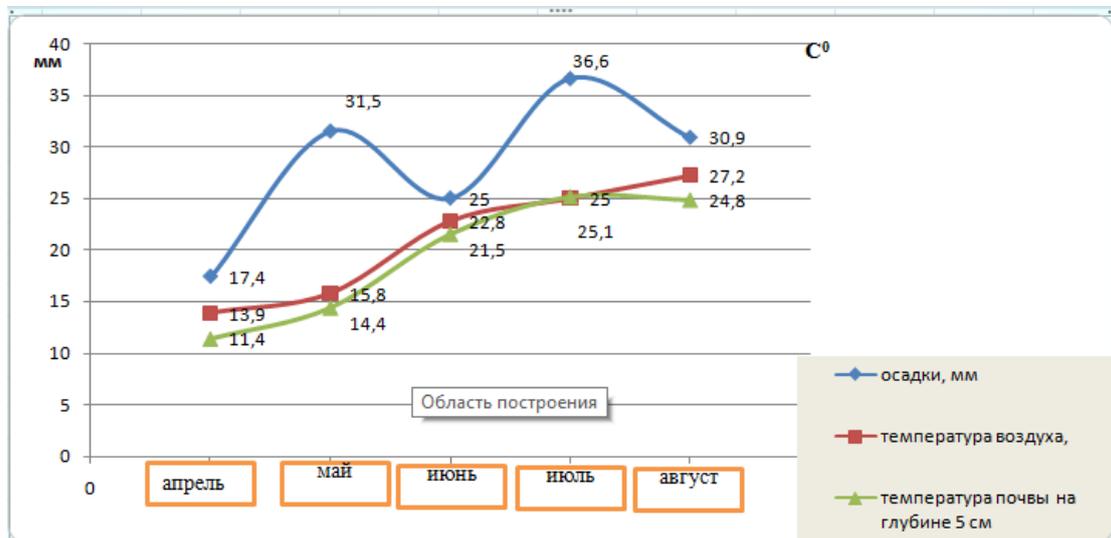


Рис. 1. Метеорологические условия выращивания сафлора красильного в 2022-2024 г.

Схема опыта

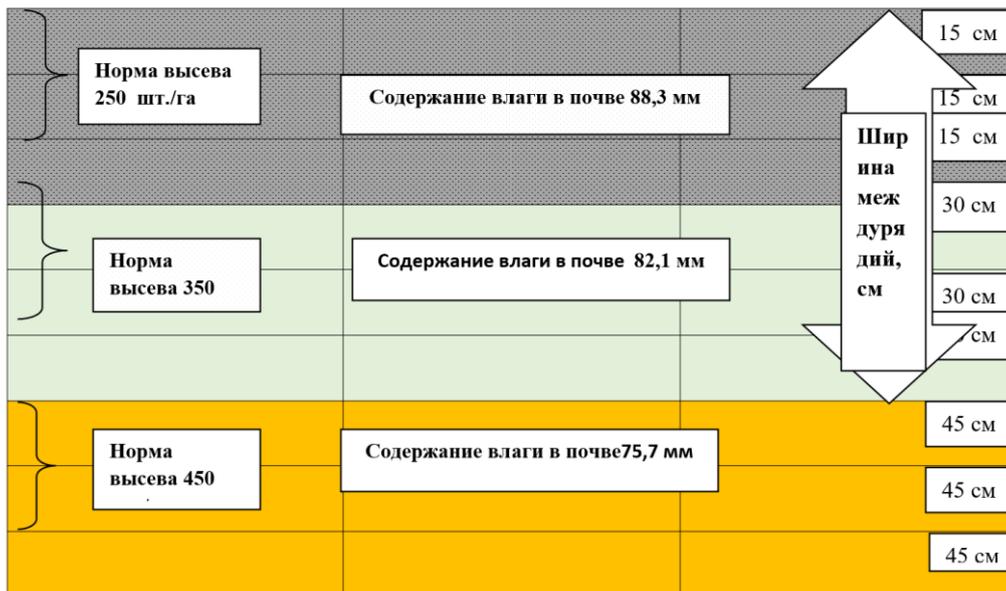


Рис. 2. Схема опыта посева сафлора красильного 2022-2024 гг.

Обеспеченность осадками в период наблюдения была неравномерная и соответствовала многолетним среднемесячным нормам.

Посев был проведен тремя нормами: 250 тыс. шт./га; 350 тыс. шт./га; 450 тыс. шт./га, и с междурядьями разной ширины – 15, 30 и 45 см (рис. 2). Семена сафлора при посеве заделывались на глубину 5-6 см. Уход за посевами заключался в двух междурядных культивациях для первого срока сева и одной для третьего сроков сева, культивации проводились только на посевах с междурядьем 30 и 45 см. Уборочные работы были проведены при полной спелости прямым комбайнированием.

Результаты

Ежегодно в опыте были включены три варианта сроков сева сафлора: 15 апреля, 20 апреля и 25 апреля с тремя нормами высева: 250, 350, 450 тыс. шт./га. Также в опыте культура высевалась с разной шириной междурядий - 15 см, 30 см и 45 см.

Высеваемые семена сафлора первого срока сева всходили в третьей декаде апреля. Посевы сафлора второго срока сева (20.04) дружно всходили в начале мая. В посевах сафлора третьего срока сева были получены неравномерные всходы к середине мая из-за низкого содержания влаги в почве, отсутствия осадков и активного нарастания положительных температур.

Развитие растений сафлора красильного зависело не только от метеорологических условий, но и от используемых агротехнологических приемов. При увеличении ширины междурядий сроки прохождения межфазных периодов сокращались до 4 дней, а с увеличением нормы высева сокращался межфазный период на 7-8 дней. Данные результаты наряду с нашими наблюдениями отмечены в опытах других ученых, в частности в Заволжье, в зоне недостаточного увлажнения, где запасы продуктивной влаги составляли 80,0 мм, а сумма активных температур 3300 °С.

В 2022-2024 гг. средний период вегетации сафлора составил 110...115 дней (табл. 1).

Таблица 1. Длительность вегетационного периода у сортов сафлора в 2022-2024 гг., ФНЦ агроэкологии РАН

Фенологическая фаза	Дата наступления	
	Сашок	Александрит
Посев	15.04	15.04
Всходы	26.04	26.04
1-я пара настоящих листьев	30.04	02.05
Розетка из 3-х настоящих листьев	05.05	7.05
Стеблевание	17.05	19.05
Ветвление	05.06	8.06
Бутонизация	10.06	15.06
Цветение	29.07	03.08
Полная спелость	05.08	10.08
Уборка	11.09	15.09
Период вегетации	112	120

У наиболее скороспелого сорта Сашок сроки наступления фенологических фаз начинались быстрее, чем у сорта Александрит. Кроме того, у растений сорта Сашок на вариантах с нормой высева 350 тыс. шт./га диаметр корзинки достигал 5...6 см, масса 1000 зерен 39,0 г, количество корзинок было равно количеству ветвей на растении 21, высота растений 1 м.

У растений сафлора красильного, которые были высеяны во второй срок сева, наибольшая урожайность была достигнута при норме высева 350 тыс. шт./га, и ширине междурядий 30 см. Диаметр корзинки достигал 2,5...3 см, масса 1000 семян 38,6 г, количество корзинок было равно количеству ветвей, среднее количество которых на растении составило 14 шт.

Снижение ширины междурядий до 1 см и с нормой высева 350 тыс. шт/га в третьем сроке сева позволило получить наибольшую урожайность в этом варианте опыта у сорта Сашок 0,77 и 0,75 т/га. Растения достигали высоты 1 м, диаметр корзинки свыше 2 см, развивалось 10 корзинок на растении.

На рисунке 3 приведены сведения о полученной средней урожайности сафлора красильного в трех повторностях, где видно, что наибольшая урожайность получена в посевах первого, наиболее раннего срока сева семян, когда для начала роста растений был наибольший запас продуктивной влаги в метровом слое почвы – 88,3 мм. Урожай у сорта Сашок составил 1,13 т/га, у сорта Александрит – 1,08 т/га, с междурядьем 30 см и нормой высева 350 тыс.шт./га в то время, как в третий срок сева запас продуктивной влаги составлял 75,7 мм, а урожай 1,03 и 0,82 т/га соответственно.

В представленных графиках можно проследить, что наибольшая урожайность семян сафлора была в первом сроке сева у обоих сортов с нормой высева 350 шт./га, и ширине междурядий 30 см: 1,03 т/га у Сашка и 0,83 т/га у Александрита. Во втором сроке сева при такой же норме высева и ширине ряда как в первом случае, лидер по урожайности стал Сашок – 1,03 т/га и Александрит – 0,83 т/га. Только в третьем сроке сева в посевах сафлора с шириной ряда 15 см была наибольшая урожайность семян 0,77 т/га у сортов Сашок и 0,75 т/га у Александрита в сравнении с другими расстояниями между рядами.

Урожайные данные опыта были проанализированы методом дисперсионного анализа, данные исследования значимы (табл. 2).

Дисперсионный анализ показал, что в опыте о влиянии запаса влаги с нормой высева в опыте имеют значение на 89,7%, влияние выбора сорта - на результаты 6,7 %, остальные агротехнические мероприятия в опыте имеют значение около 3,5 %.

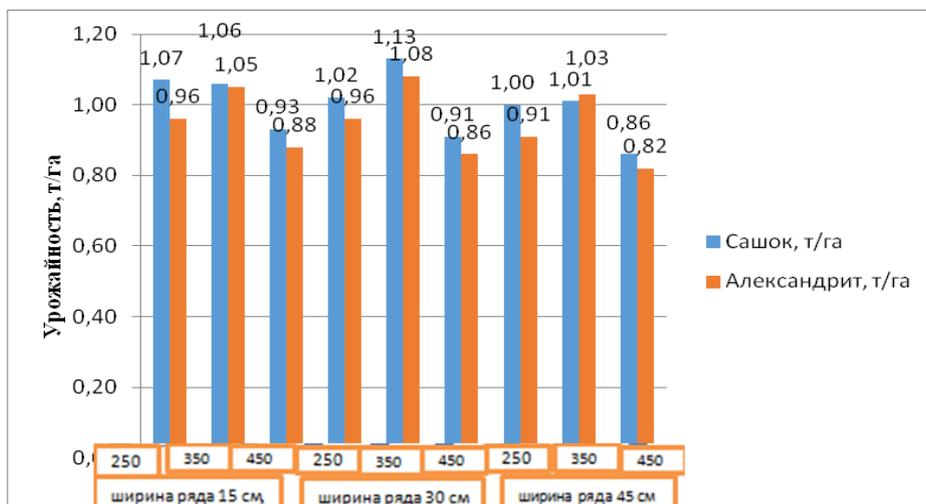


Рис. 3. а) Средняя урожайность семян сафлора сортов Сашок и Александрит при первом сроке сева в первой декаде апреля в 2022-2024 гг., т/га

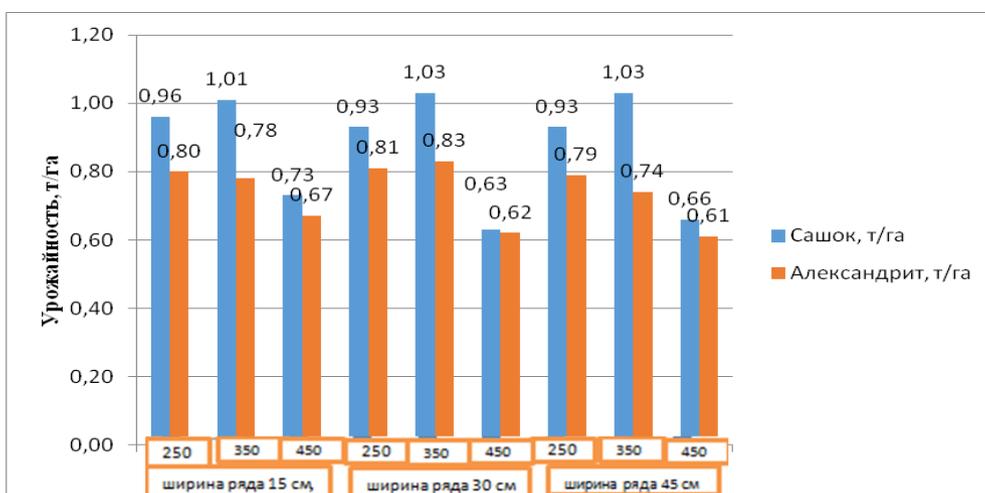


Рис. 3. б) Средняя урожайность семян сафлора сортов Сашок и Александрит при втором сроке сева во второй декаде апреля в 2022-2024 гг., т/га

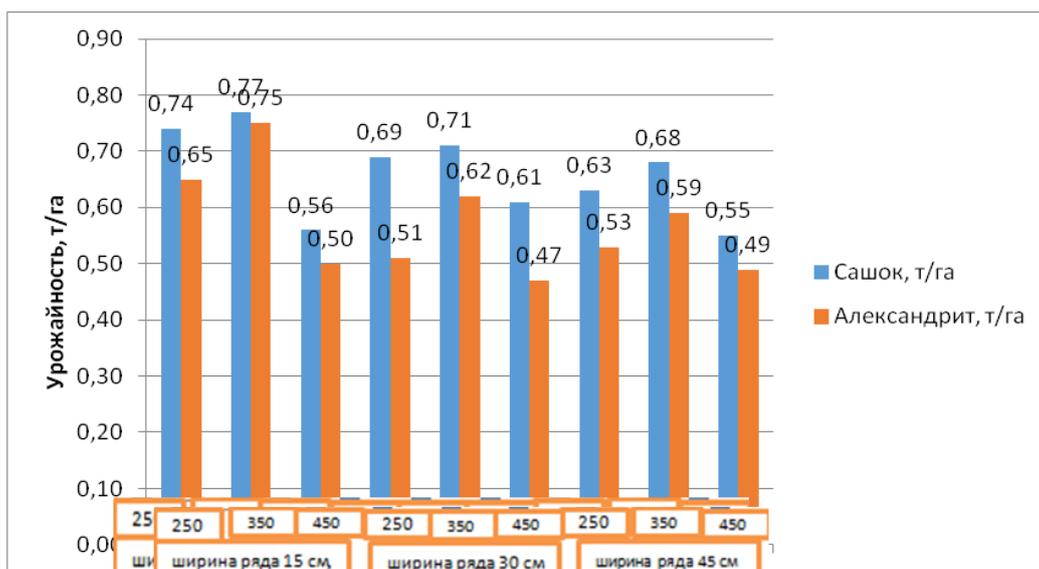


Рис. 3. в) Средняя урожайность семян сафлора сортов Сашок и Александрит при третьем сроке сева в третьей декаде апреля в 2022-2024 гг., т/га

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа урожая в испытании применения микроудобрений в посевах сортов сафлора красильного в 2022-2024 гг.

Вариант	Доля влияния фактора, %	Степень свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	P-Значение	F критическое
Фактор А (запас влаги и норма высева)	89,7	26	6,328568	25,3207937	1,16188E-12	1,929212675
Фактор В (сорт)	6,7	1	12,28847	49,1665591	1,90949E-07	4,22520119
Случайные отклонения	3,5	26	0,249936	-	-	-

Обсуждение

Представленные данные об исследованиях о полученном урожае семян сафлора красильного в 2022-2024 гг. в приведенных на рисунке 3 а, б, в в разные сроки сева при различной влагообеспеченности дают возможность заключить, что оптимальной нормой высева является 350 тыс. шт./га, посеянных в ранние сроки в рядах шириной 30 см в первый срок сева, когда влажность почвы максимальная 88,3 мм, и получают дружные всходы. При этих условиях получена наибольшая урожайность – 1,13 и 1,08 ц/га соответственно в зависимости от сорта. Вместе с этим по наблюдениям при первом сроке сева у растений сафлора количество веток и корзинок с семенами были большими, чем у растений в более поздние сроки сева. Также отмечено, что в посевах культуры с нормой высева 350 тыс./шт и шириной ряда 30 см прохождение фенологических фаз на 3...5 дней быстрее. Vegetационный период у сортов в первый срок сева Сашок 112 дней, Александрит – 115 дней.

Ученые региона Иванов и Толмачев в исследованиях о зависимости урожайности от агроприемов в Волгоградском Заволжье установили, что в ускорении наступления фенологических фаз сафлора красильного большое значение имеют технологические процессы в производстве семян сафлора. Проведенные исследования позволили определить по вопросам агротехники в посевах сафлора, что наиболее эффективный срок сева - ранний, норма высева- 300 тыс. семян, ширина рядов – 30 см.

Исследования по выращиванию сафлора в условиях лесостепи Среднего Поволжья приводят

сведения об урожайности сафлора при норме высева 350 тыс.шт до 1,35 т/га.

Нашими исследованиями подтверждено, что более высокая урожайность семян сафлора при первом сроке сева достигается за счет размера корзинок, их количества и массы 1000 семян. Этому способствовал наибольший запас влаги для развития корневой системы и роста биомассы растений с начала вегетации.

Заключение

На основе оценки значений срока и нормы высева сафлора красильного можно сделать следующие выводы:

- оптимальным сроком сева сафлора красильного в Нижнем Поволжье является 1...2 декады апреля в зависимости от температурного режима, в это время в почве содержится наибольший запас влаги для роста и развития растений 88,3 мм;

- оптимальная норма высева 350 шт./га с междурядьем 30 см, при этом получена максимальная урожайность семян 1,13 т/га у сорта Сашок и 1,08 т/га у сорта Александрит;

- определено, что при увеличении размера междурядий наступление фенологических фаз ускоряется на 3...4 дня, что позволяет наиболее эффективно использовать продуктивную почвенную влагу;

- обработка результатов опыта методом дисперсионного анализа подтвердила, что значение нормы и срока сева в опыте имело существенное значение, а на урожай семян оказывало влияние влагонакопление на 89,7 %.

Литература

1. Пугачёва А. М. Климатические флуктуации сухих степей и их роль в процессе демуляции // Аридные экосистемы. 2020. № 26 З. С. 14-22. doi: 10.24411/1993-3916-2020-10102
2. Беляков А. М., Солонкин А. В., Болдырь Д. А. Водный режим светло-каштановых почв, приёмы его регулирования // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. №3 (43). 12-16.
3. Турина Е. Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной степи Крыма (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 1 (21). С. 100-121. doi: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
4. Solonkin A., Sukhareva E., Belikina A. The growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the conditions of the dry steppe of Eurasia // International Journal of Agriculture and Biosciences 2024. №13 (3). P. 340-346. doi:10.47278/journal.ijab/2024.128

5. Effect of Row Spacing, Sowing Density, and Harvest Time on Floret Yield and Yield Components of Two Safflower Cultivars Grown in Southwestern Germany / K. Steberl, J. Hartung, S. Munz, et al. // *Agronomy*. 2020. № 10 (5). P. 664. doi: 10.3390/agronomy10050664
6. Belikina A. V., Sukhareva E. P. The role of dyeing safflower in ensuring food security of the Volgograd region // Сборник: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 12196.
7. Роль оптимального питания в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний / Н. С. Сметнева, А. В. Погожева, Ю. Л. Васильев и др. // *Вопросы питания*. 2020. Т. 89. № 3. С. 114-124. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10035
8. Кароматов И. Д., Акрамова Н. Ш. Перспективное лекарственное растение – сафлор красильный (обзор литературы) // *Биология и интегративная медицина*. 2018. № 6. С. 68-95.
9. Прахова Т. Я., Дружинин В. Г. Продуктивность сафлора красильного в зависимости от агроприемов возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки*, Т. 1. 2022. № 1. С. 31-36.
10. Solonkin A, Sukhareva E and Belikina A. The growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the conditions of the dry steppe of Eurasia // *International Journal of Agriculture and Biosciences* 2024. №13(3). 340-346. doi:10.47278/journal.ijab/2024.128
11. Отчет о климатических рисках в Российской Федерации / Е. М. Акентьева, Е. И. Александров, Г. В. Алексеев и др. Под редакцией Эд. Катцова В.М. Санкт-Петербург, 2017. 106 с.
12. Андриук А. В., Иванюшин Е. А. Влияние погодных условий на качество маслосемян сафлора // *Вестник Курганской ГСХА*. 2014. №1 (9). С. 13-17.
13. Иванов В. М., Толмачев В. В. Сроки, нормы и способы посева сафлора в Волгоградском заволжье // *АВУ*. 2010. №7 (73). 72-74.
14. Региональная адаптивно-ландшафтная система земледелия Нижнего Поволжья / А. М.Беляков, А. В. Солонкин, Л. А. Бабаян и др. // Волгоград: Рос. акад. с.-х. наук, Нижне-Волж. науч.-исследоват. ин-т сел. хоз-ва, 2012. С.70-72.
15. Sukhareva E. P., Belikina A. V. Yield of dye safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties influenced by row spacing and seeding rates in the Volgograd region of Russia // *Research on Crops*. 2022. № 3. P. 590-594. doi:10.31830/2348-7542.2022.ROC-863.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва, Альянс.2014. 415 с.
17. Каталог основных завершённых научных инновационных разработок, предлагаемых к внедрению // Волгоград. Изд-во ФНЦ агроэкологии РАН. 2024. 72 с. ISBN 978-5-605-19723-2.
18. Зинковский В. Н., Зинковская Т. С. Учёт атмосферных осадков при агрометеорологических расчётах // *МНИЖ*. 2018. №5 (71). 130-135.
19. Лобанова Н. А. Особенности сельскохозяйственного районирования Волгоградской области // *Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания»*. №4(31). Апрель 2014. www.grani.vspu.ru
20. Сажин А. Н., Кулик К. Н., Васильев Ю. И. Погода и климат Волгоградской области. Изд. 2-е, перераб. И доп. Волгоград. ФНЦ агроэкологии РАН. 2017. С. 81-134.

References

1. Pugacheva A. M. Climatic fluctuations of dry steppes and their role in the demutation process // *Arid ecosystems*. 2020. No. 26 3. P. 14-22. doi: 10.24411/1993-3916-2020-10102
2. Belyakov A. M., Solonkin A. V., Boldyr D. A. Water regime of light chestnut soils, methods of its regulation // *News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2016. No. 3 (43). 12-16.
3. Turina E. L. The Importance of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and the Rationale for Research on It in the Central Steppe of Crimea (Review) // *Tavrisheskiy Vestnik Agrarnoy Nauki*. 2020. No. 1 (21). P. 100-121. doi: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
4. Solonkin A., Sukhareva E., Belikina A. The Growth and Development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the Conditions of the Dry Steppe of Eurasia // *International Journal of Agriculture and Biosciences* 2024. No. 13 (3). P. 340-346. doi:10.47278/journal.ijab/2024.128
5. K. Steberl, J. Hartung, S. Munz, et al. Effect of Row Spacing, Sowing Density, and Harvest Time on Floret Yield and Yield Components of Two Safflower Cultivars Grown in Southwestern Germany // *Agronomy*. 2020. No. 10 (5). P. 664. doi: 10.3390/agronomy10050664
6. Belikina A. V., Sukhareva E. P. The role of dyeing safflower in ensuring food security of the Volgograd region // *Collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. P. 12196.
7. Smetneva N.S., Pogozheva A.V., Vasiliev Yu.L. et al. The role of optimal nutrition in the prevention of cardiovascular diseases // *Nutrition issues*. 2020. Vol. 89, No. 3. P. 114-124. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10035

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

8. Karomatov I.D., Akramova N.Sh. A promising medicinal plant - safflower (literature review) // Biology and integrative medicine. 2018. No. 6. P. 68-95.
9. Prakhova T.Ya., Druzhinin V.G. Productivity of safflower depending on agricultural cultivation practices in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural sciences, vol. 1. 2022. No. 1. pp. 31-36.
10. Solonkin A, Sukhareva E and Belikina A. The growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the conditions of the dry steppe of Eurasia // International Journal of Agriculture and Biosciences 2024. No. 13(3). 340-346. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2024.128>
11. Report on climate risks in the Russian Federation / E. M. Akentyeva, E. I. Aleksandrov, G. V. Alekseev et al. Ed. edited by Ed. Kattsov V.M. St. Petersburg, 2017. 106 p.
12. Andriyuk A.V., Ivanyushin E.A. Influence of weather conditions on the quality of safflower oilseeds // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2014. No. 1 (9). P. 13-17.
13. Ivanov V.M., Tolmachev V.V. Timing, norms and methods of sowing safflower in the Volgograd Trans-Volga region // AVU. 2010. No. 7 (73). 72-74.
14. Regional adaptive-landscape farming system of the Lower Volga region / A.M. Belyakov, A.V. Solonkin, L.A. Babayan et al. // Volgograd: Russian Academy of Agriculture. sciences, Lower Volga Research Institute of Agriculture, 2012. P. 70-72.
15. Sukhareva E. P., Belikina A. V. Yield of dye safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties influenced by row spacing and seeding rates in the Volgograd region of Russia // Research on Crops. 2022. No. 3. P. 590-594. doi:10.31830/2348-7542.2022.ROC-863.
16. Dospekhov B. A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). Moscow, Alliance.2014. 415 p.
17. Catalog of the main completed scientific innovative developments proposed for implementation // Volgograd. Publishing house of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences. 2024. 72 p. – ISBN 978-5-605-19723-2.
18. Zinkovsky V. N., Zinkovskaya T. S. Accounting for atmospheric precipitation in agro-meliorative calculations // MNIZH. 2018. No. 5 (71). 130-135.
19. Lobanova N. A. Features of agricultural zoning of the Volgograd region // Electronic scientific and educational journal of VSPU "Facets of knowledge". No. 4 (31). April 2014. www.grani.vspu.ru
20. Sazhin A. N., Kulik K. N., Vasiliev Yu. I. Weather and climate of the Volgograd region. 2nd ed., revised. And add. Volgograd. Federal Scientific Center of Agroecology, Russian Academy of Sciences. 2017. P. 81-134.