

EDN GNFTRN

DOI 10.5281/zenodo.15147605

УДК631.5:633.854

Костенкова Е. В., Радченко Л. А.

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ *CARTHAMUS TINCTORIUS* L. В УСЛОВИЯХ КРЫМА

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. *Carthamus tinctorius* L. (сафлор красильный) относится к ценным масличным культурам, обладающим способностью адаптироваться к таким факторам абиотического стресса как длительная засуха, высокий температурный фон и сильные ветра. Почвенно-климатические условия Крыма имеют целый ряд специфических особенностей, основными из которых являются острый дефицит влаги, большое количество тепла и низкая относительная влажность воздуха. В таких условиях изучение жаро- и засухоустойчивых масличных растений, в том числе сафлора красильного, является актуальной задачей. Цель исследований заключалась в оценке генетического потенциала и разработке элементов технологии возделывания сортов *Carthamus tinctorius* L. в условиях Крыма. Полевые эксперименты проводили в 10-польном селекционном севообороте отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве ФГБУН «НИИСХ Крыма» в период 2022–2024 гг. Установлено, что на черноземах южных малогумусных сорта *C. tinctorius* Ершовский 4 и Александрит отличились самой высокой продуктивностью: урожайность в среднем составила 14,93 и 14,20 ц/га при масличности 30,2 и 29,9 %, сборе масла 4,05 и 3,82 % и содержании линолевой кислоты (С 18:2) 76,05 и 76,81 % соответственно. Наибольшее содержание масла отмечено у сортов Борец (35,2 %) и Хамелеон (34,9 %). Наиболее оптимальными сроками посева для сафлора красильного были ранний и средний: урожайность составила 14,1 и 12,2 ц/га соответственно. Разница по масличности семян была незначительной, хотя отмечалась тенденция повышения при раннем сроке посева. Наибольшую рентабельность производства сафлора красильного (в ценах 2024 г. при стоимости семян 22 тыс. руб./т) обеспечивал посев с дозой внесения азотного удобрения N_{30} и составил 73,1 % при урожайности 14,9 ц/га, масличности семян 31,47 %, сборе масла – 4,22 ц/га.

Ключевые слова: *Carthamus tinctorius* L., сорт, урожайность, масличность семян, сбор масла, срок посева, доза азотных удобрений.

Для цитирования: Костенкова Е. В., Радченко Л. А. Агротехнические исследования *Carthamus tinctorius* L. в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2025. № 1(41). С. 103–115. EDN: GNFTRN. DOI: 10.5281/zenodo.15147605.

For citation: Kostenkova E. V., Radchenko L. A. Agrotechnical research on *Carthamus tinctorius* L. in Crimea // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2025. No. 1(41). P. 103–115. EDN: GNFTRN. DOI: 10.5281/zenodo.15147605.

Введение

Carthamus tinctorius L. (сафлор красильный) относится к масличным культурам, обладающим способностью адаптироваться к таким факторам абиотического стресса как длительная засуха, высокий температурный фон, сильные ветра [1]. Из его семян получают растительное масло, содержащее до 90 % биологически активной линолевой кислоты, а также полувысыхающие масла, которые применяют во многих промышленных отраслях. Пригодность масла

определяется составом жирных кислот, который может изменяться в зависимости от зоны выращивания и генотипа [2]. Жмых и шрот используют для кормления животных и в качестве удобрения. Кроме того, сафлор красильный является хорошим предшественником для зерновых и пропашных культур [3]. Растения *C. tinctorius* также применяются в качестве компонента для производства биологически активных добавок и косметологических средств, картамина [4], производства дизельного смесового топлива [5].

На сегодняшний день мировой рынок сафлора формируют Казахстан и Россия (67,3 % мирового производства), а также США, Мексика, Индия, Китай и Турция [6]. В России сафлор красильный возделывается, в основном, в Саратовской (63,6 % от общего объема), Волгоградской (21,5 %) и Оренбургской (9,0 %) областях [6].

Почвенно-климатические условия Крыма имеют целый ряд специфических особенностей, основными из которых является острый дефицит влаги, большое количество тепла, низкая относительная влажность воздуха. В таких условиях изучение жаро- и засухоустойчивых масличных культур, в том числе сафлора красильного, несомненно, имеет актуальность. Потенциал любой сельскохозяйственной культуры, определяющий, в конечном счете, способность агрофитоценоза к формированию урожайности, реализуется лишь при возможно большем соответствии условий произрастания требованиям ее биологии. Таким образом, возникает необходимость экспериментально определить возможность возделывания *C. tinctorius* в аридных условиях степного Крыма, разработать инновационные технологии возделывания данной культуры и отобрать лучшие сорта по хозяйственно ценным признакам.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включает 17 сортов *C. tinctorius*, и только у двух из них указаны регионы допуска [7]. Этот факт также подчеркивает актуальность изучения адаптивных особенностей каждого сорта культуры в предполагаемой зоне выращивания.

Цель исследований – оценка генетического потенциала и разработка элементов технологии возделывания сортов *C. tinctorius* в условиях степной зоны Крыма.

В задачи исследовательской работы входило:

- оценить сорта сафлора красильного по продуктивности;
- выявить закономерности формирования урожайности маслосемян сафлора красильного в зависимости от срока посева;
- определить биохимический (в том числе жирнокислотный) состав маслосемян сафлора красильного;
- установить влияние доз внесения азотных удобрений на продуктивность сафлора красильного.

Материалы и методы исследований

Полевые эксперименты проводили в 10-польном селекционном севообороте отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (с. Клепинино Красногвардейского района) в период 2022–2024 гг. Предшественник – яровые колосовые.

Почва участка, на котором проводился полевой эксперимент, представлена черноземом южным малогумусным на желто-бурых лессовидных легких глинах [8]. По механическому составу она характеризуется как легкоглинистая, крупно-пылевато-иловатая, имеющая сульфатно-кальциевый тип засоления [9]. В верхнем

горизонте реакция почвенного раствора (рН) – слабощелочная (7,7–7,9). За период исследований в пахотном слое содержание подвижного фосфора и калия (по методу Б. П. Мачигина) составило 5,6 и 35 мг на 100 г соответственно, гумуса (по методу И. В. Тюрина) – 2,29 % [10].

Метеорологические условия в период вегетации *C. tinctorius* в годы исследований были контрастными. Среднемноголетняя норма осадков вегетационного периода культуры составила 253 мм, в то время как их количество в этот же период в изучаемые годы варьировало от 136 до 289 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Количество осадков за 2022–2024 гг. в период вегетации сафлора, мм, данные метеостанции Клепинино

Месяц	Год			Среднемноголетняя норма [11]
	2022	2023	2024	
март	29,9	13,0	3,9	34
апрель	61,8	78,7	7,0	32
май	43,7	34,7	8,7	35
июнь	108,8	73,1	27,0	62
июль	14,4	70,1	54,3	45
август	30,3	3,3	35,1	45
Количество осадков за период март-август	289	273	136	253

Вегетационный сезон 2022 г. по обеспеченности осадками и температурному режиму (рисунок 1) характеризовался как благоприятный для роста и развития растений сафлора красильного. В период цветения сумма осадков составила 108,8 мм при температуре воздуха 21,5 °С.

Условия 2023 г. также были достаточно благоприятными – в межфазный период «конец бутонизации – начало цветения» среднесуточная температура воздуха составила 23,7 °С (на 0,7 °С ниже среднемноголетних данных), количество осадков составило 70,1 мм, что на 25,1 мм больше среднемноголетних данных.

В 2024 г. отсутствие осадков (0,0 мм при среднемноголетней норме 26,0 мм) и высокая температура воздуха (на 3,7 °С выше среднемноголетних данных) в период цветения сафлора оказали негативное влияние на урожайность культуры.

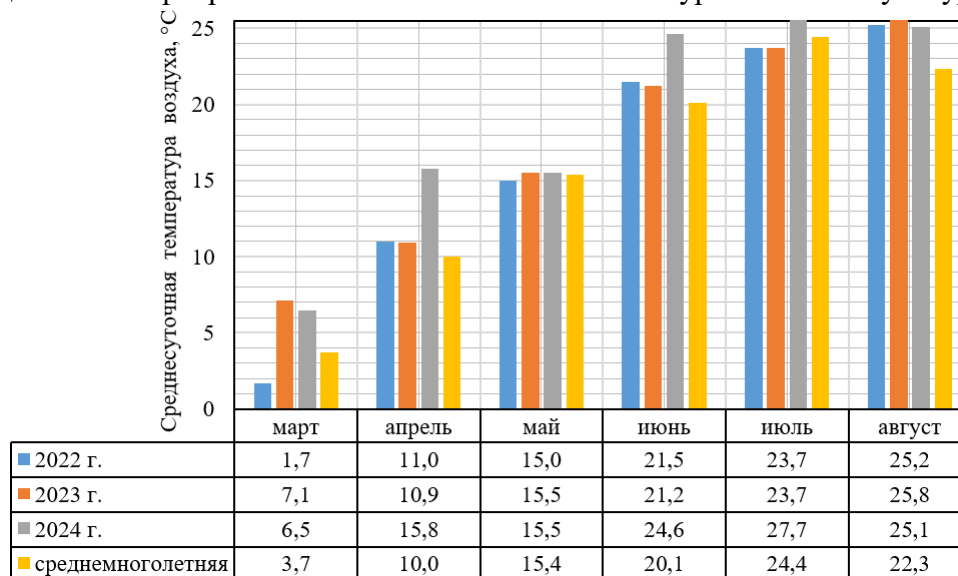


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха в течение вегетационного периода сафлора красильного

Посев *S. tinctorius* проводили сплошным рядовым способом и нормой высева 300 тыс. шт./га. Расположение делянок в опыте систематическое со смещением в четырехкратной повторности. Посевная площадь – 27 м², учетная – 25 м².

Опыт № 1. Оценка генетического потенциала сортов сафлора красильного в условиях Крыма. В однофакторном полевом опыте изучали шесть сортов культуры: Александрит (контроль), Хамелеон, Волгоградский 15, Заволжский 1, Борец, Ершовский 4.

Опыт № 2. Изучение влияния сроков посева на продуктивность сафлора красильного. В однофакторном полевом опыте изучали продуктивность сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от сроков сева: первый срок (ранний) – посев проводился при прогревании почвы на глубине 6–8 см до 6–8 °С, второй срок (средний) – до 10–12 °С, третий срок посева (поздний) – до 14–15 °С.

Опыт № 3. Влияние азотных удобрений на урожайность семян сафлора красильного. В однофакторном полевом опыте изучали продуктивность сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от влияния доз азотных удобрений (аммиачной селитры). Варианты опыта: без внесения азотных удобрений (N₀) – контроль, внесение азотного удобрения: 15 кг/га д.в. (N₁₅), 30 кг/га д.в. (N₃₀), 45 кг/га д.в. (N₄₅), 60 кг/га д.в. (N₆₀).

Закладку и проведение полевых экспериментов осуществляли в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [12], Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [13], Методикой Государственного сортоиспытания [14, 15]. Влажность почвы рассчитывали термостатно-весовым методом [16]. Температуру почвы определяли при помощи термометра почвенного. Показатели агрометеорологических условий анализировали согласно данным агрометеостанции Клепинино (Красногвардейский район, Республика Крым).

Жирно-кислотный состав масла сафлора определяли методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» (ГОСТ 30623-2018. «Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации»). Определение масличности сортов (массовой доли жира) сафлора красильного проводили в соответствии с ГОСТ 10857-64 «Семена масличные. Методы определения масличности» (экстракционный метод с использованием аппарата Сокслета) в лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «НИИСХ Крыма».

В ходе полевых экспериментов с сафлором выполняли следующие технологические операции: дискование после предшественника (озимые колосовые) (БДМ-2,7), культивация (КГШ-4), внесение гербицида Торнадо 540 (2,5 л/га), ранневесеннее боронование (БРН-5,8), предпосевная культивация (КГШ-4), посев (селекционная сеялка СКС-6-10), прикатывание (ККШ-6), боронование по всходам (БРН-5,8), уборка комбайном «Wintersteiger Classic» в фазе полной спелости культуры.

Для определения экономической эффективности возделывания сортов сафлора красильного учитывали фактические затраты на семена, средства защиты растений, удобрения, горюче-смазочные материалы, заработные платы и прочее, сведенное в технологические карты с ценами по состоянию на декабрь 2024 г. [17]. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [12].

Результаты и их обсуждение

Урожайность семян сафлора определяют основные элементы продуктивности: количество корзинок на 1 растении, количество семян в корзинке и их масса. Тяжеловесность семян характеризует масса их 1000 штук. В ходе полевого

эксперимента установлено, что достоверно превысили контроль в 2023 г. сорта Ершовский 4, Волгоградский 15 и Заволжский 1 (прибавка к контролю 2,2; 2,1 и 1,2 г соответственно), в 2024 г. – сорта Ершовский 4 и Заволжский 1 (прибавка 5,7 и 5,6 г соответственно) (таблица 2), при величине этого показателя у контроля 39,8 и 38,5 г соответственно годам исследования. В среднем за годы исследований масса 1000 семян у изучаемых сортов варьировала от 36,9 у сорта Хамелеон до 43,3 г у сорта Ершовский 4. При этом Т. Я. Праховой установлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья масса 1000 семян у сорта Ершовский 4 составляла 41,3 г [18], а в засушливых условиях Астраханской области этот показатель у сорта Заволжский 1 был на уровне 38,83 г [19]. Таким образом, в условиях степной зоны Крыма изученные сорта формируют более тяжеловесные семена.

Таблица 2 – Элементы продуктивности и урожайность сортов сафлора красильного

Сорт	Год исследований			Среднее за 2022–2024 гг.
	2022	2023	2024	
Масса 1000 семян, г				
Александрит (контроль)	42,0	39,8	38,5	40,1
Хамелеон	37,5	36,1	37,2	36,9
Волгоградский 15	42,6	41,9*	32,0	38,8
Заволжский 1	40,2	41,0*	44,1*	41,8
Борец	36,2	36,9	36,0	36,4
Ершовский 4	43,8	42,0*	44,2*	43,3
НСР ₀₅	2,1	0,7	0,7	-
Количество корзинок с одного растения, в том числе продуктивных, шт.				
Александрит (контроль)	21,9/18,9	9,9/7,4	9,0/7,1	13,6/11,1
Хамелеон	22,5/18,9	10,6/9,2*	9,8/8,3	14,3/12,1
Волгоградский 15	23,5/16,0	11,2/8,7*	9,2/7,4	14,6/10,7
Заволжский 1	22,1/17,2	10,1/7,6	9,9/9,7*	14,0/11,5
Борец	24,4/15,0	9,2/6,3	8,3/6,9	14,0/9,4
Ершовский 4	25,5/19,1	9,4/6,9	8,4/7,3	14,4/11,1
НСР ₀₅	Fφ<F _{0,5} /1,4	1,5/1,1	3,2/2,6	-
Масса семян с корзинки, г				
Александрит (контроль)	1,11	0,83	1,50	1,15
Хамелеон	1,19	0,81	1,40	1,13
Волгоградский 15	0,96	1,02	1,30	1,09
Заволжский 1	1,18	0,84	1,60	1,21
Борец	0,94	0,94	1,30	1,06
Ершовский 4	1,02	0,89	1,60	1,17
НСР ₀₅	0,09	0,21	0,34	-
Количество семян в корзинке, шт.				
Александрит (контроль)	30,1	22,9	35,6	29,5
Хамелеон	30,9	22,7	34,5	29,4
Волгоградский 15	25,8	25,5	28,3	26,5
Заволжский 1	27,9	23,7	29,6	27,1
Борец	27,4	26,0	33,6	29,0
Ершовский 4	29,7	27,6	35,5	30,9
НСР ₀₅	2,9	5,2	4,9	-
Урожайность семян, ц/га				
Александрит (контроль)	16,25	14,40	11,90	14,20
Хамелеон	16,56	9,80	12,90	13,09
Волгоградский 15	15,12	13,80	12,30	13,74
Заволжский 1	16,09	12,40	13,00	13,83
Борец	14,01	11,50	11,30	12,27
Ершовский 4	16,50	14,30	14,00	14,93
НСР ₀₅	1,00	2,10	0,20	-

Примечание. * – достоверное превышение показателя контроля при $p \leq 0,05$.

Достоверных различий между сортами по количеству корзинок не установлено. Однако в 2023 г. сорта Хамелеон (9,2 шт.) и Волгоградский 15 (8,7 шт.) значительно превысили сорт-контроль по количеству продуктивных корзинок, а в 2024 г. лучшим оказался сорт Заволжский 1 (9,7 шт.). Наименьшее общее количество корзинок, в том числе продуктивных, сформировалось в условиях 2023 г. у сортов Борец и Ершовский 4 – 8,3/6,9 и 8,4/7,3 шт. соответственно. В среднем по опыту общее количество корзинок с одного растения варьировало в пределах 13,6–14,6, продуктивных – 9,4–12,1 шт.

В условиях 2022–2024 гг. в среднем по опыту количество семян с одной корзинки у изучаемых сортов варьировало от 26,5 до 30,9 шт., а масса семян с корзинки – от 1,06 до 1,21 г.

В среднем за годы проведения полевого эксперимента урожайность оцениваемых сортов сафлора красильного составила от 12,27 у сорта Борец до 14,93 ц/га у сорта Ершовский 4.

В наиболее благоприятный 2022 г. достоверно ниже контроля была урожайность сортов Волгоградский 15 и Борец, остальные сорта по данному показателю находились практически на одном уровне – 16,09–16,56 ц/га и достоверно не превышали контроль. В условиях 2023 г. сорт-контроль Александрит оказался наиболее урожайным. В 2024 г. наибольшее значение данного показателя отмечено у сорта Ершовский 4 – 14,00 ц/га (прибавка к контролю 2,1 ц/га).

Содержание масла в семенах – один из важных показателей качества товарной продукции масличных сельскохозяйственных культур. В годы исследований масличность семян изучаемых сортов по годам варьировала от 28,6 (сорт Волгоградский 15) до 35,2 % (сорт Борец) (таблица 3). Самой высокой она была у сортов Борец и Хамелеон – 35,2 и 34,9 % соответственно. В результате многолетнего изучения сортообразцов сафлора красильного в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в Саратовской области сорт Борец также отличился высоким содержанием жира в семенах – 38,5 % [20]. Наименьшее содержание масла в семенах отмечено у сорта Волгоградский 15 – 28,6 %.

Таблица 3 – Масличность семян (%) и сбор масла (ц/га) сортов сафлора красильного, среднее за 2022–2024 гг.

Сорт	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
Александрит (контроль)	29,9	3,82
Хамелеон	34,9	4,11
Волгоградский 15	28,6	3,53
Заволжский 1	33,2	4,12
Борец	35,2	3,90
Ершовский 4	30,2	4,05

Одним из главных показателей в товарном производстве масличных культур, в том числе и сафлора, является сбор масла с единицы площади посева. В среднем за годы исследований по этому признаку можно выделить сорта Заволжский 1 (4,12 ц/га), Хамелеон (4,11 ц/га) и Ершовский 4 (4,05 ц/га). У остальных сортов значения сбора масла варьировали в пределах 3,53–3,90 ц/га.

Сафлоровое масло имеет множество применений в пищевой, косметической, фармацевтической и технической промышленности [21, 22]. Характеристики растительных масел в значительной степени зависят от природы их жирнокислотных компонентов, которые определяют пригодность масел для пищевых и промышленных целей. Установлено, что основную долю общего количества жирных кислот (80–90 %) масла исследуемых сортов сафлора

составляют две основные ненасыщенные жирные кислоты: линолевая (С 18:2) и олеиновая (С 18:1), что, в свою очередь, подчеркивает интерес использования масла *C. tinctorius* в лечебных и диетических целях (таблица 4).

В технологии возделывания сафлора красильного, помимо генетических характеристик, большое значение имеют сроки посева [23]. Так, Yau S. K. считает, что среди различных факторов, влияющих на урожайность, именно дата посева оказывает преобладающее влияние [24]. В наших исследованиях величина урожайности сорта Александрит зависела от температурного режима и влагообеспеченности во время вегетации. Самые оптимальные условия для формирования высокой продуктивности сложились в 2022 и 2023 гг. при посеве в первый срок, что позволило получить урожайность 16,6 и 14,6 ц/га соответственно (таблица 5).

Таблица 4 – Жирнокислотный состав масла сортов сафлора красильного, %, среднее за 2023–2024 гг.

Компонент (жирная кислота)	Хамелеон	Александрит (контроль)	Волгоградский 15	Заволжский 1	Борец	Ершовский 4
Пальмитиновая C _{16:0}	8,18	7,65	9,2	8,46	8,37	7,41
Пальмитолеиновая C _{16:1}	0,05	0,05	0,05	0,06	0,49	0,04
Стеариновая C _{18:0}	4,59	2,71	3,56	3,37	4,02	2,92
Олеиновая C _{18:1}	11,37	10,22	11,74	11,17	10,73	10,4
Линолевая C _{18:2}	72,45	76,81	66,34	66,47	74,98	76,05
Гондоиновая C _{20:1}	0,28	0,22	0,26	0,35	0,28	0,21
Арахидовая C _{20:0}	0,26	0,07	0,03	0,01	0,02	0,23
Бегеновая C _{22:0}	0,04	-	-	0,02	-	-
Эруковая C _{22:1}	-	-	-	-	0,19	-

Таблица 5 – Урожайность сафлора красильного в зависимости от срока посева, ц/га

Год исследований	Срок сева			НСР ₀₅
	первый (ранний)	второй (средний)	третий (поздний)	
2022	16,6	14,2	11,5	1,2
2023	14,6	13,0	10,0	2,2
2024	11,1	9,5	8,9	1,2
Средняя	14,1	12,2	10,1	-

Наименьшая урожайность отмечена в 2024 г. при позднем посеве – 8,9 ц/га. В целом, в годы исследований урожайность сафлора красильного раннего срока посева достоверно превышала показатели среднего и позднего. В среднем по опыту при первом сроке посева она составляла 14,1 ц/га, что на 14 и 28 % выше, чем при втором и третьем сроках посева соответственно.

Содержание масла в семенах сафлора красильного в зависимости от срока посева в среднем за три года исследований варьировало от 29,78 до 30,65 % и уменьшалось при посеве во второй и третий сроки (с 30,65 до 29,78 и 29,81 % соответственно) (рисунок 2).

Азот является одним из наиболее важных питательных веществ для производства семян сафлора. Дефицит этого элемента негативно влияет на образование вегетативных и формирование репродуктивных органов культуры, снижает урожайность и её составляющие. В годы исследований в среднем по опыту наилучшими вариантами внесения азотного удобрения оказались N₄₅ и N₆₀, при

которых формировалась урожайность 15,2 и 15,0 ц/га соответственно (таблица 6). В благоприятном по количеству осадков 2022 г. урожайность культуры повышалась соответственно увеличению дозы азота и максимальной была при норме N_{60} – 18,4 ц/га. В 2023 г., с меньшим количеством осадков, максимальная урожайность – 16,3 ц/га сформировалась при N_{45} , а в засушливый 2024 г. лучшим вариантом было внесение N_{30} , обеспечившее урожайность 12,0 ц/га.

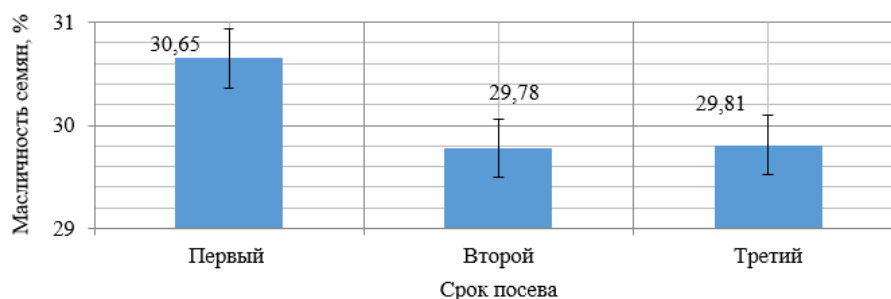


Рисунок 2 – Масличность семян сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от срока посева (среднее за 2022–2024 гг.)

Таблица 6 – Урожайность сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от дозы внесения азотного удобрения

Год исследований	Урожайность, ц/га					НСР ₀₅
	Контроль	N_{15}	N_{30}	N_{45}	N_{60}	
2022	15,9	15,9	17,1*	17,9*	18,4*	1,0
2023	11,1	12,8	15,6*	16,3*	15,3	4,3
2024	10,8	11,7	12,0*	11,4	11,2	1,0
Среднее	12,6	13,5	14,9	15,2	15,0	-

Примечание. * – достоверное превышение показателя контроля при $p \leq 0,05$.

В годы исследований масличность семян сафлора красильного сорта Александрит зависела от дозы внесения азотного удобрения (рисунок 3).

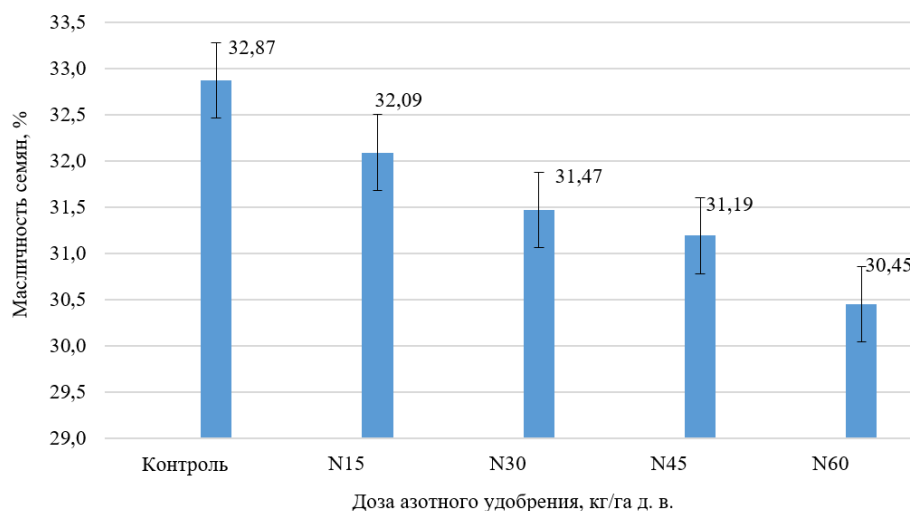


Рисунок 3 – Масличность семян сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от дозы внесения азотного удобрения, 2022–2024 гг.

Наибольшее среднее значение содержания масла в семенах изучаемой культуры отмечено в варианте контроля – 32,87 %. Повышение дозы азотных удобрений приводило к снижению данного показателя. Так, внесение дозы N₁₅ обеспечило самое высокое значение масличности семян по сравнению с остальными изучаемыми дозами и составило 32,09 %, что на 0,62; 0,9 и 1,64 % выше, чем при внесении N₃₀, N₄₅ и N₆₀ соответственно. Содержание масла в семенах в варианте с естественным фоном плодородия (контроль) превышало этот же показатель при внесении максимальной дозы азотного удобрения (N₆₀) на 2,42 %.

Сбор масла сафлора красильного сорта Александрит также зависел от дозы внесения азотного удобрения (рисунок 4). Наибольший сбор масла, в среднем, получен в варианте N₄₅ и составил 4,27 ц/га. В вариантах с естественным фоном плодородия и внесении N₁₅ выход масла с 1 га в годы исследований был наименьшим и варьировал в пределах 3,73–3,90 ц/га. При внесении N₃₀ и N₆₀ данный показатель был ниже, чем при N₄₅ на 0,05 и 0,16 ц/га соответственно. Сбор масла в контрольном варианте снижался по сравнению с N₁₅, N₃₀, N₄₅ и N₆₀ на 0,17; 0,49; 0,54 и 0,38 ц/га соответственно.

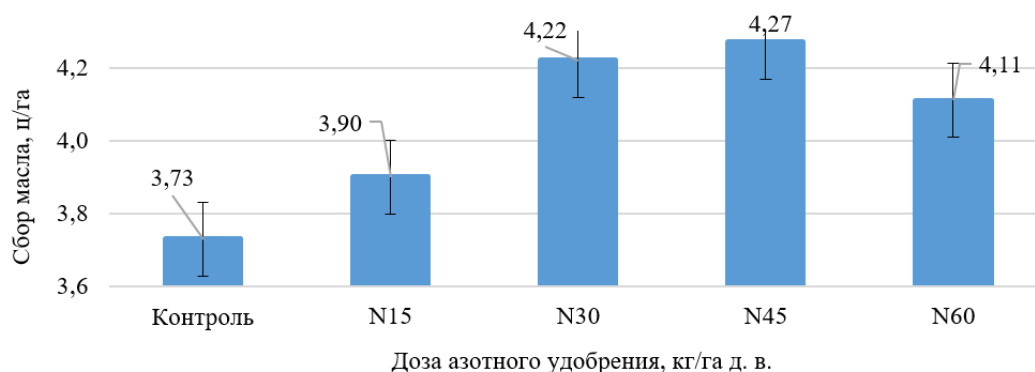


Рисунок 4 – Сбор масла сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от дозы внесения азотного удобрения, среднее за 2022–2024 гг.

В условиях 2022–2024 гг. наибольшую рентабельность производства сафлора красильного (в ценах 2024 г. при стоимости семян 22 тыс. руб./т) обеспечивал посев с дозой внесения азотного удобрения N₃₀ и составил 73,1 % при урожайности 14,9 ц/га (таблица 7).

Таблица 7 – Экономическая эффективность возделывания сафлора красильного сорта Александрит в зависимости от дозы внесения азотного удобрения, 2022–2024 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Общие затраты, тыс. руб.		Прибыль на 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
		на 1 га	на 1 т		
Контроль	12,6	16,07	12,76	11,65	72,5
N ₁₅	13,5	17,62	13,05	12,08	68,6
N ₃₀	14,9	18,94	12,71	13,84	73,1
N ₄₅	15,2	20,42	13,44	13,02	63,7
N ₆₀	15,0	21,74	14,50	11,26	51,8

В этом же варианте отмечена самая высокая прибыль – 13,84 тыс. руб./га. Внесение более высоких доз удобрений, несмотря на повышение урожайности, оказалось менее рентабельно в связи с высокой стоимостью минеральных удобрений.

Выводы

В засушливых условиях степной зоны полуострова Крым у сортов *Carthamus tinctorius* L. Ершовский 4 и Александрит отмечена наибольшая урожайность, которая в среднем составила 14,93 и 14,20 ц/га при масличности 30,2 и 29,9 %, сборе масла 4,05 и 3,82 % и содержании линолевой кислоты (С 18:2) 76,05 и 76,81 % соответственно.

В годы исследований наиболее оптимальными сроками посева для сафлора красильного были ранний и средний – урожайность составила 14,1 и 12,2 ц/га соответственно. При этом содержание масла в семенах варьировало от 29,78 до 30,65 % и уменьшалось при посеве во второй и третий сроки (с 30,65 до 29,78 и 29,81 % соответственно).

Наибольшую рентабельность производства (73,1 %) сафлора красильного (в ценах 2024 г. при стоимости семян 22 тыс. руб./т) обеспечивал посев с дозой внесения азотного удобрения N₃₀ при урожайности 14,9 ц/га. Масличность семян при этом составила 31,47 % (ниже контроля на 1,4 %), сбор масла – 4,22 ц/га (прибавка к контролю 0,49 ц/га) соответственно.

Литература

1. Норов М. С. Продуктивность различных сортов сафлора в условиях богары Центрального Таджикистана // Масличные культуры. 2019. № 3(179). С. 60–63. EDN: CVKZTK.
2. Турина Е. Л., Прахова Т. Я., Ефименко С. Г. Жирнокислотный состав сортов сафлора в зависимости от региона возделывания // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 3(393). С. 287–291. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_3_287. EDN: CVMSII.
3. Прахова Т. Я., Кшникаткина А. Н., Щанин А. А. Урожайные свойства и адаптивность сортов сафлора в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2020. № 2(55). С. 46–51. DOI: 10.36461/NP.2020.2.55.008. EDN: ELSSIJ.
4. Васильев И. В., Кужим М. А., Бакаева Ю. Н. Оптимизация приёмов возделывания сафлора в условиях оренбургской степи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (95). С. 8–86. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-81-86.
5. Камышева И. М., Крылова И. В. Сафлор красильный – перспективная культура многоцелевого использования // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2018. № 13. С. 613–618. EDN: XVAIQP.
6. Российский рынок сафлора в 2023-2024 гг.: ключевые тенденции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-saflora-v-2023-2024-gg-klyuchevye-tendencii> (дата обращения 01.11.2024).
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/> (дата обращения 01.11.2024).
8. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. Симферополь: Крымиздат, 1955. Т. 1. С. 21–49.
9. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 151с.
10. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Семеренко С. А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. 3-е издание, переработанное и дополненное. Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2022. 538 с. EDN: KGEQYQ.
11. Агроклиматический справочник по Крымской области. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 135с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
13. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Баранов В. Ф., Пивень В. Т., Шуляк И. И., Уго Т. К. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2010. 327 с. EDN: SIXBBD.
14. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: Колос, 1971. 248с.
15. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. М.: Колос. 1971. 239 с.

16. Практикум по земледелию // Под ред. Васильева И.П., Туликова А.М., Баздырева Г.И. [и др.]. М.: Колос, 2004. 424 с.
17. Маркетинговое исследование российского рынка семян сафлора (2024). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ab-centre.ru/marketplace/dbase/view/marketingovoe-issledovanie-rossiyskogo-rynka-semyan-saflora-2024> (дата обращения 01.11.2024).
18. 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. 2022. Т. 1. № 1(1). С. 31–36. DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-31-36. EDN: CSBLLH.
19. Зайцева Н. А., Климова И. И., Ячменева Е. В., Дьяков А. С. Изучение коллекционных образцов сафлора красильного в засушливых условиях Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 26–29. DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp26-29. EDN: NNJRW.
20. Алексеев О. А., Горбунов В. С., Жужукин В. И., Зайцев С. А., Волков Д. П. Перспективные сортообразцы сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) в Саратовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 28–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-28-31. EDN: SYVQDB.
21. Плескачев Ю. Н., Воронов С. И., Магомедова Д. А. Элементы технологии возделывания различных сортов сафлора красильного // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3(59). С. 134–142. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-13. EDN: PRES DK.
22. 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.
23. Cosge Senkal B., Kiralan M., Ramadan M. F. Impact of harvest times on the quality characteristics of oils recovered from different safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars sown in spring and autumn // European Food Research and Technology. 2016. Vol. 242. P. 371–381. DOI: 10.1007/s00217-015-2547-2.
24. Yau S. K. Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi-arid, high-elevation Mediterranean environment // European Journal of Agronomy. 2007. Vol. 26. No. 3. P. 249–256. DOI: 10.1016/j.eja.2006.10.004.

References

1. Norov M. S. The productivity of different safflower varieties under dry farming conditions of the Central Tajikistan // Oil crops. 2019. No. 3(179). P. 60–63. EDN: CVKZTK.
2. Turina E. L., Prakhova T. Ya., Efimenko S. G. Fatty-acid composition of saflor varieties depending on the region of growing // Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal. 2023. No. 3(393). P. 287–291. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_3_287. EDN: CVMSII.
3. Prakhova T. Ya., Kshnikatkina A. N., Shchanin A. A. Yield properties and adaptability of safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties in the conditions of forest-steppe of the Middle Volga region // Niva Povolzhya. 2020. No. 2(55). P. 46–51. DOI: 10.36461/NP.2020.2.55.008.
4. Vasiliev I. V., Kuzhim M. A., Bakaeva Yu. N. Optimization of safflower cultivation techniques in the conditions of the Orenburg Steppe // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2022. No. 3 (95). P. 81–86. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-81-86.
5. Kamysheva I. M., Krylova I. V. Safflower dye – a promising crop for multipurpose use // New and non-traditional plants and prospects for their use. 2018. No. 13. P. 613–618. EDN: XVAIQP.
6. The Russian safflower market in 2023-2024: key trends. [Electronic resource]. Access point: <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-saflora-v-2023-2024-gg-klyuchevye-tendencii> (reference's date 01.11.2024).
7. State register for selection achievements admitted for usage (national list). [Electronic resource]. Access point: <https://reestr.gossortrf.ru/> (reference's date 01.11.2024).
8. Gusev V. P., Kolesnichenko V. T. Soils of the Agricultural Experimental Station and the surrounding areas of the Crimean steppes // Scientific works of the Crimean State Agricultural Experimental station. Simferopol: Krymizdat, 1955. Vol. 1. P. 21–49.
9. Polovitsky I. Ya., Gusev P. G. Soils of the Crimea and increasing their fertility. Simferopol: Tavria, 1987. 151 p.
10. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Semerenko S. A. Methods of agrotechnical research in experiments with basic field crops. 3rd edition, revised and expanded. Krasnodar: "Prosveshchenie-Yug OOO" (Limited Liability Company), 2022. 538 p. EDN: KGEQYQ.
11. Agro-climatic reference book for the Crimean region. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1959. 135 p.
12. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance, 2014. 351 p.

13. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Baranov V. F., Piven V. T., Shulyak I. I., Ugo Toro. K. Methods of conducting field agrotechnical experiments with oilseeds. Krasnodar: All-Russia Research Institute of Oil Crops by V.S. Pustovoit, 2010. 327 p. EDN: SIXBBD.
14. Methods of State variety testing of agricultural crops. Issue 1. Moscow: Kolos, 1971. 248 p.
15. Methods of State variety testing of agricultural crops. Issue 2. Moscow: Kolos, 1971. 239 p.
16. Practical training in agriculture // Ed. by Vasiliev I. P., Tulikov A. M., Bazdyrev G. I. [et al.]. Moscow: Kolos, 2004. 424 p.
17. Marketing research of the Russian safflower seed market (2024). [Electronic resource]. Access point: <https://ab-centre.ru/marketplace/dbase/view/marketingovoe-issledovanie-rossiyskogo-rynka-semyan-saflora-2024> (reference's date 01.11.2024).
18. Prakhova T. Ya., Druzhinin V. G. Productivity of safflower tinctorial depending on agricultural cultivation the conditions of forest-steppe of the Middle Volga region // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural sciences. 2022. Vol. 1. No. 1(1). P. 31–36. DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-31-36. EDN: CSBLLH.
19. Zaitseva N. A., Klimova I. I., Yachmeneva E. V., Dyakov A. S. Study of dyed safflower collection samples under arid conditions of Astrakhan region // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021. No. 10. P. 26–29. DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp26-29. EDN: NNJRWP.
20. Alekseev O. A., Gorbunov V. S., Zhuzhukin V. I., Zaytsev S.A., Volkov D.P. The promising variety-samples of bastard saffron (*Carthamus tinctorius* L.) in the Saratov region // Grain Economy of Russia. 2019. No. 1(61). P. 28–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-28-31. EDN: SYVQDB.
21. Pleskachev Yu. N., Voronov S. I., Magomedova D. A. Elements of cultivation technology of various varieties of safflower dye // Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2020. No. 3(59). P. 134–142. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-13. EDN: PRES DK.
22. Turina E. L. *Carthamus tinctorius* L. value and the relevance of the research with this crop in the central steppe of the Crimea (review) // Taurida Herald of the Agrarian Science. 2020. No. 1 (21). P. 100–121. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
23. Cosge Senkal B., Kiralan M., Ramadan M. F. Impact of harvest times on the quality characteristics of oils recovered from different safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars sown in spring and autumn // European Food Research and Technology. 2016. Vol. 242. P. 371–381. DOI: 10.1007/s00217-015-2547-2.
24. Yau S. K. Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi-arid, high-elevation Mediterranean environment // European Journal of Agronomy. 2007. Vol. 26. No. 3. P. 249–256. DOI: 10.1016/j.eja.2006.10.004.

UDC 631.5:633.854

Kostenkova E. V., Radchenko L. A.

AGROTECHNICAL RESEARCH ON *CARTHAMUS TINCTORIUS* L. IN CRIMEA

Summary. *Carthamus tinctorius* L. is a valuable oilseed crop that has the capacity to adapt to abiotic stress factors such as prolonged drought, high air temperatures and strong winds. The soil and climatic conditions of Crimea are characterized by a number of specific features, the main of which are an acute shortage of moisture, a high temperature, and low relative humidity. Consequently, the study of heat- and drought-resistant oilseeds, including safflower, is a relevant research area. The purpose of the research was twofold: firstly, to assess the genetic potential of *Carthamus tinctorius* L. varieties under conditions of Crimea; and secondly, to develop elements of cultivation technology for this crop. Field experiments were conducted from 2022 to 2024 in a 10-field breeding crop rotation of the Department of Introductions and Technologies in Agriculture and Livestock Farming – structural unit of the Research Institute of Agriculture of the Crimea. The findings revealed that on the chernozems southern low-humus *C. tinctorius* 'Yershovsky 4' and 'Aleksandrit' exhibited the highest productivity, with average yields of 14.93 and 14.20 c/ha, oil content – 30.2 and 29.9 %, oil yield – 4.05 and 3.82 % and linoleic acid content (C 18:2) – 76.05 and 76.81 %, respectively. The highest oil content was found in 'Borets' (35.2 %) and 'Khameleon' (34.9 %) varieties. It had been scientifically proven that the most optimal sowing periods for safflower were early and medium: crop yields were 14.1 and 12.2 c/ha, respectively. While the difference in seed oil content was not significant, an upward trend was observed under conditions of early

sowing. The highest profitability (73.1 %) of *C. tinctorius* production (with a seed cost of 22 thousand rubles/ton and prices of 2024) was achieved through the application of a nitrogen fertilizer at a dose of N_{30} , when the crop yield reached 14.9 c/ha, oil content of seeds – 31.47 % and oil yield – 4.22 c/ha.

Keywords: *Carthamus tinctorius* L., variety, yield, oil content of seeds, oil yield, sowing time, dose of nitrogen fertilizers.

Костенкова Евгения Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории исследований технологических приемов в животноводстве и растениеводстве, отдел полевых культур, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; Россия, 295453, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

Радченко Людмила Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 150; e-mail: radchenkolydmila@yandex.ru.

Kostenkova Evgenia Vladimirovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Laboratory of technological methods in animal husbandry and crop production research, Field Crop Department, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

Radchenko Ludmila Anatolyevna, Cand. Sc. (Agr.), deputy director for scientific work, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: radchenkolydmila@yandex.ru.

Работа выполнена в рамках государственного задания №FNZW-2022-0001 «Разработать инновационные подходы управления производственным процессом сельскохозяйственных культур и оценить генетический потенциал новых сортов и селекционных номеров в аридных условиях Крыма».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей и животных в качестве объектов исследований.

Дата поступления в редакцию – 30.11.2024.

Дата принятия к печати – 31.03.2025.