

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И МАСЛИЧНОСТЬ СЕМЯН САФЛОРА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Людмила Александровна Разумнова
Роман Александрович Каменев
Владимир Валерьевич Турчин

Донской государственный аграрный университет

Представлены результаты исследований, проведенных с целью изучения влияния минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и масличность семян сафлора в условиях северо-восточной зоны Ростовской области на темно-каштановых почвах. Объектом исследования являлся сафлор сорта Заволжский-1, предшественник – озимая пшеница. В качестве минеральных удобрений были использованы аммиачная селитра и аммофос в дозах $N_{24}P_{52}$ и $N_{48}P_{52}$ с внесением при посеве и под предпосевную культивацию. В полевом опыте изучали вариант совместного внесения минеральных удобрений и предпосевной обработки семян бактериальными препаратами (мизорин, флавобактерин, КП-10 производства ВНИИСХМ, г. Пушкин). Контролем служил вариант без применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов. Методика исследований стандартная для изучения действия удобрений. Средняя урожайность семян сафлора в полевых опытах составила 1,02–1,25 т/га, масличность семян – 35,7–36,3%, сбор масла с 1 га – 337–391 кг. Установлена оптимальная доза минеральных удобрений, обеспечивающая наибольшую урожайность культуры – внесение под предпосевную культивацию $N_{48}P_{52}$. По сравнению с контролем на этом варианте получена максимальная прибавка урожайности в опыте – 0,23 т/га, или 22,1%. Выявлен лучший бактериальный препарат – флавобактерин, превышающий по эффективности припосевное внесение минеральных удобрений. Рост урожайности по сравнению с контролем составил 0,17 т/га, а на вариантах с припосевным внесением минеральных удобрений 0,07–0,11 т/га. Оптимальное сочетание минеральных удобрений и биопрепаратов достигнуто на варианте с использованием препарата КП-10: урожайность по сравнению с контролем увеличилась на 0,15 т/га, или 14,7%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: темно-каштановая почва, сафлор, урожайность, масличность, бактериальные препараты, минеральные удобрения.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS AND BACTERIAL PREPARATIONS ON THE YIELD AND OIL CONTENT OF SAFFLOWER SEEDS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN ZONE OF ROSTOV OBLAST

Lyudmila A. Razumnova
Roman A. Kamenev
Vladimir V. Turchin

Don State Agrarian University

The authors present the results of research conducted in order to study the effect of mineral fertilizers and bacterial preparations on the yield and oil content of safflower seeds in the conditions of the North-Eastern zone of Rostov Oblast on dark chestnut soils. The object of research was safflower of the Zavolzhskiy-1 variety (the preceding crop was winter wheat). Ammonium nitrate and ammophos were used as mineral fertilizers in the doses of $N_{24}P_{52}$ and $N_{48}P_{52}$ applied at sowing and pre-sowing cultivation. In the field experiment the authors studied the variant of combined application of mineral fertilizers and presowing seed treatment with bacterial preparations (Mizorin, Flavobacterin, and KL-10 manufactured by VNIISKHM, Pushkin city). The control variant included no use of mineral fertilizers and bacterial preparations. The research methodology was conventional for studying the action of fertilizers. The average yield of safflower seeds in field experiments was 1.02–1.25 t/ha; the oil content in seeds was 35.7–36.3%; and the oil yield per 1 ha was 337–391 kg. The authors established the optimal dose of mineral fertilizers that provided the highest yield of the crop: the application of $N_{48}P_{52}$ before the pre-

sowing cultivation. Compared to control this variant provided the maximum yield increase in the experiment, which was 0.23 t/ha, or 22.1%. The best bacterial preparation appeared to be Flavobacterin, which was found to be superior in efficiency to the mineral fertilizers applied at sowing. The yield increase compared to control was 0.17 t/ha, and 0.07–0.11 t/ha on variants where mineral fertilizers were applied at sowing. The optimal combination of mineral fertilizers and biopreparations was obtained in the variant where the KL-10 preparation was used: the yield compared to control increased by 0.15 t/ha, or 14.7%.

KEY WORDS: dark chestnut soil, safflower, yield capacity, oil content, bacterial preparations, mineral fertilizers.

Введение

Масличные культуры являются основным источником получения растительного масла, потребление которого с каждым годом возрастает. С 2000 по 2011 г. фактическое потребление растительного масла в расчете на душу населения в год возросло с 9,9 до 13,5 кг, или на 35,4%. Растительные жиры имеют ряд преимуществ перед животными, в том числе сливочным маслом [9].

По данным Минсельхоза России, импорт пищевого растительного масла в стране в настоящее время составляет 35–38% [3].

На протяжении ряда лет основной масличной культурой в Ростовской области являлся подсолнечник, но в последнее время в небольших количествах стали выращивать и другие ценные масличные культуры – горчицу, сою, рыжик, лен.

Происходящие изменения климата, имеющие тенденцию к повышению температур, более сухому и жаркому лету, требуют расширение ассортимента масличных культур и их сортов. В жестких природно-климатических условиях весьма ограничен список культур, которые могли бы давать стабильные урожаи [10].

Одной из перспективных масличных культур для выращивания в Ростовской области является сафлор, биология которого полностью соответствует условиям микрорайона засушливого климата [11].

По своим биологическим особенностям сафлор выгоден в отличие от других масличных культур, возделываемых в степных зонах России. Растения сафлора исключительно засухоустойчивы и прекрасно переносят недостатки влаги, в отличие от подсолнечника и особенно рапса, которым постоянно нужна влага.

Содержание жира в семенах сафлора – от 32 до 38%, урожайность – до 2,5 т/га. Абсолютное содержание жира в очищенных семенах более 60%. Сафлоровое масло близко к подсолнечному, но более насыщено линолевой (77%) и олеиновой (15,0%) кислотами [7]. Сафлоровое масло прозрачно, без ярко выраженного вкуса, с цветочным ароматом.

Технология переработки семян сафлора на масло аналогична подсолнечнику, и введение сафлора в культуру способствует более полному использованию мощностей маслобойных предприятий [2].

Для выращивания высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и получения высококачественной по своим питательным свойствам растительной продукции необходима правильно организованная система удобрений с учетом почвенно-климатических условий и требований сельскохозяйственных культур. Попытки принизить роль минеральных удобрений в отечественном земледелии, ссылаясь на особые почвенные и природные условия земледельческих зон, не имеют под собой никаких оснований.

Несмотря на быстрое развитие азототуковой промышленности и увеличение поступления азотных минеральных удобрений, интерес ученых и практиков к возможности частичной замены минерального азота биологическим не снижается.

На протяжении 50 лет сотрудниками Донского ГАУ (прежнее название ДСХИ) ведутся исследования по изучению проблемы азотфиксации. В условиях Ростовской области проведено широкое испытание различных биологических препаратов. Выявлены наиболее активные штаммы симбиотических и ассоциативных азотфиксаторов,

использование которых позволяет существенно повысить урожайность и качество сельскохозяйственных культур, снизить применение азотных удобрений до 30% [1].

Ареал культур, на которых исследуется действие бактериальных препаратов, постепенно расширяется.

Методика эксперимента

Целью представленных исследований являлось определение влияния минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и масличность семян сафлора в условиях северо-восточной зоны Ростовской области.

Полевые опыты проводились на полях СПК «Заря» Обливского района Ростовской области в 2016–2017 гг. на темно-каштановых почвах. Объект исследования – сафлор сорта Заволжский-1. Повторность опыта трехкратная. Площадь делянки – 130 м² (7,2 м × 18 м). Предшественник сафлора – озимая пшеница. Закладку опытов, проведение наблюдений и учетов в течение вегетации осуществляли согласно методикам опытов с удобрениями [12, 13].

При проведении опыта использовались бактериальные препараты мизорин, флавобактерин и КЛ-10 (производство ВНИИСХМ, г. Пушкин [8]) и минеральные удобрения: аммиачная селитра (34,6% N), аммофос (12% N, 50% P₂O₅).

Перед посевом сафлора удобрения вносились вручную с последующей заделкой культиватором и при посеве сеялкой СЗ-3,6. Способ посева рядовой.

Также перед посевом обрабатывали семена бактериальными препаратами (расход 300 г/га).

Уборку урожая проводили поделяночно вручную с пересчетом урожайности на стандартную влажность.

Исследования проводили полевым и лабораторным методами в соответствии с требованиями общепринятых методик:

- проведение анализов почв – по ГОСТ 29269 91 [4];
- определение масличности – по ГОСТ 10857 64 [5];
- математическая обработка полученных результатов – по Б.А. Доспехову [6] с использованием ПК.

Результаты и их обсуждение

Погодные условия в годы проведения исследований отличались от среднесезонных значений как по температурному режиму (превышение среднесезонной нормы за год составило 2,6–3,0°C), так и выпадению осадков (превышение среднесезонных годовых значений – на 23–40 мм).

Наблюдения за динамикой содержания продуктивной влаги в почве в течение вегетации культуры показали, что перед посевом сафлора в 2016 г. ее запасы в метровом слое почвы составили 83,2, а в 2017 г. – 130,6 мм. В дальнейшем по мере роста и развития растений в оба года исследований происходило резкое снижение содержания продуктивной влаги в почве вплоть до фазы цветения. В период цветения – полная спелость доступная влага в почве отсутствовала как в верхнем слое, так и в метровой толще.

В связи с низкой влагообеспеченностью растений в годы исследований была отмечена низкая урожайность семян сафлора:

- в 2016 г. – 0,92 т/га;
- в 2017 г. – 1,11 т/га (табл. 1).

Известно, что при недостатке влаги снижается доступность элементов питания растениям, вследствие чего можно говорить о низкой эффективности минеральных удобрений и бактериальных препаратов, используемых в опыте: в среднем за 2 года прибавка урожайности составила 5,4–22,1%.

Отзывчивость растений сафлора на минеральные удобрения в таких условиях оказалась более выраженной, чем на бактериальные препараты. Применение минераль-

ных удобрений при посеве и под предпосевную культивацию практически во всех дозировках в оба года достоверно повышало урожайность семян сафлора (за исключением варианта внесения $N_{48}P_{52}$ в 2016 г.).

Таблица 1. Действие минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность семян сафлора, т/га

Варианты	2016 г.	Прибавка к контролю		2017 г.	Прибавка к контролю		Средняя	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Контроль	0,92	-	-	1,11	-	-	1,02	-	-
Внесение при посеве									
$N_{24}P_{52}$	1,01	0,09	9,8	1,25	0,14	12,6	1,13	0,11	10,8
$N_{48}P_{52}$	0,96	0,04	4,3	1,21	0,10	8,70	1,09	0,07	6,40
Вразброс под предпосевную культивацию									
$N_{24}P_{52}$	1,09	0,07	7,60	1,29	0,18	16,5	1,19	0,17	16,7
$N_{48}P_{52}$	1,18	0,26	28,3	1,31	0,20	18,3	1,25	0,23	22,1
Внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	0,94	0,02	2,20	1,25	0,14	12,3	1,10	0,08	7,40
$N_{24}P_{52}$ + КЛ-10	1,07	0,15	16,3	1,27	0,16	14,1	1,17	0,15	14,7
Мизорин	0,95	0,03	3,30	1,20	0,09	7,80	1,08	0,06	5,40
$N_{24}P_{52}$ + мизорин	1,02	0,20	21,7	1,14	0,03	2,70	1,08	0,06	5,90
Флавобактерин	1,12	0,20	21,7	1,25	0,14	12,6	1,19	0,17	16,2
$N_{24}P_{52}$ + флавобактерин	1,08	0,16	17,4	1,16	0,05	4,5	1,12	0,10	9,80
НСР ₀₅		0,053			0,057			-	

Максимальный результат продуктивности растений при проведении эксперимента также получен в блоке вариантов с применением минеральных удобрений. Внесение их под предпосевную культивацию в дозе $N_{48}P_{52}$ способствовало существенному повышению урожайности семян сафлора: прибавка по отношению к контрольному варианту в среднем за 2 года составила 0,23 т/га, или 22,1%.

Слабое проявление эффекта от бактериальных удобрений по сравнению с минеральными удобрениями, видимо, следует связывать с условиями влагообеспеченности начального периода вегетации. Об этом свидетельствуют противоречивые данные их эффективности по годам. Если в 2016 г. практически все препараты не дали достоверного положительного эффекта, то в 2017 г. при улучшении влагообеспеченности почвы очевиден позитивный результат деятельности ассоциативной микрофлоры препаратов.

Неоднозначный эффект давало совместное применение минеральных удобрений с бактериальными препаратами, так как по годам получены противоречивые результаты. Если в 2016 г. совместное применение давало положительный эффект, то в 2017 г., наоборот, отрицательный.

В среднем можно отметить благоприятное взаимодействие бактериального препарата КЛ-10 с минеральными удобрениями в дозе $N_{24}P_{52}$, однако оно уступало действию минеральных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$.

Для оценки эффективности удобрений важно учесть их влияние и на качество семян сафлора.

Содержание масла в семенах сафлора за два года исследований на всех вариантах опыта колебалось от 35,7 до 36,3% (табл. 2).

Полученные результаты позволяют сделать выводы, что как минеральные удобрения, так и бактериальные препараты практически не влияли на содержание масла в семенах сафлора.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на масличность сафлора, %

Варианты	Содержание жира	Прибавка к контролю	Содержание жира	Прибавка к контролю	Среднее за 2 года	Прибавка к контролю
	2016 г.		2017 г.			
Контроль	36,0	-	36,0	-	36,0	-
Внесение при посеве						
N ₂₄ P ₅₂	36,0	0,0	36,1	0,1	36,1	0,1
N ₄₈ P ₅₂	35,5	-0,5	35,9	-0,1	35,7	-0,3
Вразброс под предпосевную культивацию						
N ₂₄ P ₅₂	36,0	0,0	36,4	0,4	36,2	0,2
N ₄₈ P ₅₂	35,9	-0,1	36,1	0,1	36,0	0,0
Внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом						
КЛ-10	36,1	0,1	36,5	0,5	36,3	0,3
N ₂₄ P ₅₂ + КЛ-10	36,6	0,6	35,7	-0,3	36,2	0,2
Мизорин	35,8	-0,2	36,1	0,1	36,0	0,0
N ₂₄ P ₅₂ + мизорин	36,3	0,3	36,3	0,3	36,3	0,3
Флавобактерин	36,0	0,0	35,7	-0,3	35,9	-0,1
N ₂₄ P ₅₂ + флаво-бактерин	36,2	0,2	36,4	0,4	36,3	0,3
НСР ₀₅	0,95		0,89		-	

Важным комплексным показателем для оценки эффективности исследуемых приемов может служить сбор масла.

На контрольном варианте сбор масла с 1 га в среднем за 2 года составил 337 кг (табл. 3).

Таблица 3. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на сбор масла

Варианты	Сбор масла, кг/га	Прибавка		Сбор масла, кг/га	Прибавка		Среднее за 2 года, кг/га	Прибавка	
		кг/га	%		кг/га	%		кг/га	%
	2016 г.			2017 г.					
Контроль	305	-	-	368	-	-	337	-	-
Внесение при посеве									
N ₂₄ P ₅₂	335	30,0	9,8	415	47,0	12,8	375	38,0	11,3
N ₄₈ P ₅₂	314	9,0	3,0	399	31,0	8,4	357	20,0	5,9
Вразброс под предпосевную культивацию									
N ₂₄ P ₅₂	361	56,0	18,4	432	64,0	17,4	397	60,0	17,8
N ₄₈ P ₅₂	389	84,0	27,5	435	67,0	18,2	412	75,0	22,3
Внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	312	7,0	2,3	420	52,0	14,1	366	29,0	8,6
N ₂₄ P ₅₂ + КЛ-10	360	55,0	18,0	417	49,0	13,3	389	52,0	15,4
Мизорин	313	8,0	2,6	399	31,0	8,4	356	19,0	5,6
N ₂₄ P ₅₂ + мизорин	341	36,0	11,8	381	13,0	3,5	361	24,0	7,1
Флавобактерин	371	66,0	21,6	411	43,0	11,7	391	54,0	16,0
N ₂₄ P ₅₂ + флаво-бактерин	360	55,0	18,0	388	20,0	5,4	374	37,0	11,0
НСР ₀₅	33,0			30,6			-		

Следует отметить широкий разброс данных прибавки сбора масла на вариантах опыта – от 19 до 75 кг/га. Основной причиной могут быть различия в урожайности семян, так как внесение минеральных удобрений и обработка бактериальными препаратами не оказали влияния на масличность.

В среднем за два года в повышении сбора масла с урожаем семян сафлора решающее значение имело применение минеральных удобрений. Прибавка к контролю составляла 20–75 кг/га, или 5,9–22,3%. Что касается бактериальных препаратов, то среди них флавобактерин в чистом виде показал лучший результат: прибавка составила 54 кг/га, или 16,0%.

Выводы

Установлено, что отзывчивость растений сафлора на внесение удобрений в значительной степени определяется метеорологическими условиями периода вегетации.

Выявлено достоверное положительное действие бактериальных препаратов на урожайность семян сафлора. Наиболее эффективным бактериальным препаратом по результатам опыта являлся флавобактерин. Также обнаружена тенденция увеличения урожайности семян сафлора при комплексном использовании бактериального препарата КЛ-10 и минеральных удобрений. При этом установлено, что минеральные удобрения и бактериальные препараты практически не оказывали влияния на содержание масла в семенах сафлора. Максимальный сбор масла в опыте в среднем за 2 года был получен при внесении минеральных удобрений в дозе N₄₈P₅₂.

Подводя итог проведенным исследованиям, следует отметить, что агрономически целесообразно при выращивании сафлора на темно-каштановых почвах внесение вразброс под предпосевную культивацию минеральных удобрений в дозе N₄₈P₅₂.

Наименее затратным способом улучшения питания растений можно считать предпосевную обработку семян сафлора бактериальными препаратами. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать применение бактериального препарата флавобактерин, обеспечивающего высокие показатели продуктивности семян сафлора и сбора масла.

Библиографический список

1. Азотфиксация и ее практическое использование : учеб. пособие / Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, В.В. Турчин, А.А. Громаков. – Новочеркасск : Изд-во Донского ГАУ, 2017. – 88 с.
2. Андреева О.Д. Производство масла семян и растительных масел в США и странах «Общего рынка» в 1950–1975 гг. / О.Д. Андреева // Бюлл. Иностранной коммерческой информации, приложение. – 1976. – № 5. – С. 53–72.
3. Беляков А.М. Масличный «верблюд» / А.М. Беляков // Поле деятельности. – 2013. – № 10. – С. 68–71.
4. ГОСТ-29269-91. Почвы. Общие требования к проведению анализов. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 4 с.
5. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Методы определения масличности (переиздание с изменениями). – Москва : Стандартинформ, 2010. – 74 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Использование сафлора красильного в Центральном регионе Нечерноземной зоны РФ / С.Н. Темирбекова, А.А. Курило, Ю.В. Афанасьева, С.Н. Коновалов, Д.А. Постников // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 22–26.
8. Микробиологические препараты на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий в сельском хозяйстве // Каталог микробиологических препаратов : ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии». – 28 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://permagrohim.ru/assets/files/ecos_katalog.pdf (дата обращения: 17.11.2017).
9. Минаков И. Развитие рынка масличных культур и растительного масла / И. Минаков // АПК: экономика, управление. – 2013. – № 11. – С. 54–59.
10. Приемы ресурсосберегающей технологии возделывания сафлора в степном Поволжье / В.Б. Нарушев, А.Т. Куанышкалиев, Н.И. Мажаев, Т.А. Желмуханов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 5. – С. 63–65.
11. Прозоров Е. Сафлор (*Carthamus Tinctorius*) – самая засухоустойчивая масличная культура / Е. Прозоров // Главный агроном. – 2012. – № 12. – С. 30–32.
12. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработки результатов / М.И. Юдин. – Краснодар : КГАУ, 2004. – 239 с.
13. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин – Москва : Колос, 1980. – 366 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Людмила Александровна Разумнова – аспирант кафедры агрохимии и садоводства им. Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет», Российская Федерация, Ростовская область, п. Персиановский, e-mail: borshchenko.92@mail.ru.

Роман Александрович Каменев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и садоводства им. Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет», Российская Федерация, Ростовская область, п. Персиановский, e-mail: r.camenew2010@yandex.ru.

Владимир Валерьевич Турчин – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой агрохимии и садоводства им. Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет», Российская Федерация, Ростовская область, п. Персиановский, e-mail: vl.turchin@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 12.01.2018

Дата принятия к печати 02.02.2018

AUTHORCREDENTIALS Affiliations

Lyudmila A. Razumnova – Post-graduate Student, the Dept. of Agricultural Chemistry and Horticulture named after E.V. Agafonov, Don State Agrarian University, Russian Federation, Rostov Oblast, p. Persianovka, e-mail: borshchenko.92@mail.ru.

Roman A. Kamenev – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Chemistry and Horticulture named after E.V. Agafonov, Don State Agrarian University, Russian Federation, Rostov Oblast, p. Persianovka, e-mail: r.camenew2010@yandex.ru.

Vladimir V. Turchin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Dept. of Agricultural Chemistry and Horticulture named after E.V. Agafonov, Don State Agrarian University, Russian Federation, Rostov Oblast, p. Persianovka, e-mail: vl.turchin@mail.ru.

Received January 12, 2018

Accepted February 02, 2018