

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 633.511:631.67

Влияние минеральных удобрений на развитие хлопчатника в условиях орошения

Рита Евгеньевна Юркова¹, Сергей Артурович Селицкий²,
Александр Николаевич Бабичев³, Юлия Ивановна Недоцукова⁴

^{1, 2, 3, 4}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

²ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

³babichevan2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

⁴nedotsukova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8221-949X>

Аннотация. **Цель:** изучить влияние норм минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность, на развитие и урожайность хлопчатника в условиях Ростовской области при орошении. **Материалы и методы.** Полевые исследования проведены на черноземных почвах в 2022–2023 гг. Схема опыта включала четыре варианта с внесением минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность: 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 т/га, и вариант без удобрений (контроль). Опыты проведены в соответствии с общепринятыми методиками с учетом зональных особенностей. **Результаты.** Установлено, что наибольшая высота 106,6 и 104,2 см к фазе созревания определена на вариантах с внесением минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность 4,0 и 3,0 т/га соответственно. Ниже всех растения на контрольном варианте – 75,9 см. В фазу созревания площадь листовой поверхности на вариантах с планируемой урожайностью 3,0 и 4,0 т/га достигла 24,6 и 25,8 тыс. кв. м/га, что превысило контрольный вариант на 8,5 и 9,7 тыс. кв. м/га соответственно. При определении сухой массы растений к фазе созревания наблюдалась такая же тенденция – лучший вариант с планируемой урожайностью 4,0 т/га с накоплением сухой биомассы растений 6,79 т/га и наименее результативный вариант без удобрений – 4,29 т/га. **Выводы:** в результате проведенных исследований установлено, что внесение минеральных удобрений на запланированный урожай хлопка-сырца 3,0 т/га нормой в среднем N₁₄₅P₄₅K₁₅ на черноземах обыкновенных Ростовской области в условиях орошения обеспечило получение наибольшего урожая – 11,4 ц/га и максимальной прибавки от удобрений – 5,4 ц/га.

Ключевые слова: хлопчатник, минеральные удобрения, орошение, урожайность, сухая биомасса, площадь листовой поверхности

Для цитирования: Влияние минеральных удобрений на развитие хлопчатника в условиях орошения / Р. Е. Юркова, С. А. Селицкий, А. Н. Бабичев, Ю. И. Недоцукова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 264–276.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

The influence of mineral fertilizers on cotton development under irrigation

**Rita Ye. Yurkova¹, Sergey A. Selitskiy², Alexander N. Babichev³,
Julia I. Nedotsukova⁴**

^{1, 2, 3, 4}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocheerkassk,
Russian Federation

¹rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

²ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

³babichevan2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

⁴nedotsukova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8221-949X>

Abstract. Purpose: to study the influence of mineral fertilizer rates calculated for the planned yield, on cotton development and productivity under irrigation in Rostov region. **Materials and methods.** Field studies were carried out on chernozem soils in 2022–2023. The experimental design included four options with the mineral fertilizer application calculated for the planned yield: 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 t/ha, and option without fertilizers (control). The experiments were carried out in accordance with generally accepted methods, taking into account zonal features. **Results.** It was found that the greatest height of 106.6 and 104.2 cm by the ripening phase was found in the options with the mineral fertilizer application, designed for a planned yield of 4.0 and 3.0 t/ha, respectively. The plants in the control are the lowest – 75.9 cm. During the ripening phase, the leaf-area duration in options with a planned yield of 3.0 and 4.0 t/ha reached 24.6 and 25.8 thousand square meters/ha, which exceeded the control option by 8.5 and 9.7 thousand square meters/ha, respectively. When determining the plant dry mass by the ripening phase, the same trend was observed – the best option with a planned yield of 4.0 t/ha with the accumulation of dry plant biomass of 6.79 t/ha and the least effective option without fertilizers – 4.29 t/ha. **Conclusions:** as a result of the research, it was determined that the mineral fertilizer application to the planned harvest of raw cotton of 3.0 t/ha with an average rate of N₁₄₅P₄₅K₁₅ on ordinary chernozems of Rostov region under irrigated conditions ensured the highest yield of 11.4 q/ha and the maximum increase from fertilizers is 5.4 q/ha.

Keywords: cotton, mineral fertilizers, irrigation, productivity, dry biomass, leaf-area duration

For citation: Yurkova R. Ye., Selitskiy S. A., Babichev A. N., Nedotsukova Ju. I. The influence of mineral fertilizers on cotton development under irrigation. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;93(2):264–276. (In Russ.).

Введение. Обеспеченность почвы достаточным количеством питательных элементов играет большую роль в развитии растений и получении высокого урожая хлопчатника. Для формирования 1 т хлопка-сырца требуется 50–60 кг азота, 10–15 кг фосфора, 50–60 кг калия [1]. Потребление питательных веществ в течение вегетации носит неравномерный характер. Всего 5–7 % этих элементов используется в период от всходов до бутонизации, когда закладываются репродуктивные органы. Резко их потребление увеличивается от бутонизации до начала созревания (азот – 90 %, фосфор – 85 %). Калий важен во все периоды развития хлопчатника. Недостаток основных элементов – азота, фосфора и калия – влечет за собой сни-

жение биомассы, растения хлопчатника становятся низкорослыми, задерживается формирование коробочек и развитие волокна, листья скручиваются и опадают, усиливаются заболевания вилтом, что приводит к снижению урожайности [2]. Большое значение для питания растений хлопчатника имеют как макроэлементы, так и микроэлементы [3]. Минеральные удобрения не только оказывают положительное влияние на повышение урожайности и качество волокна [4–7], но и способствуют снижению опадения плодоеlementов хлопчатника [8, 9].

Сочетание минеральных удобрений с органическими способствует созданию бездефицитного баланса питательных веществ в системе «почва – растение» и повышению продуктивности хлопчатника [10–12]. В качестве органических удобрений возможно использование сидератов [13].

Важным моментом является установление оптимальных норм удобрений, что затрагивает как экономические, так и экологические стороны. Не только недостаток, но и их переизбыток может негативно повлиять на общее развитие растений. Поэтому определение конкретных норм внесения минеральных удобрений для конкретных почвенных условий актуально.

Целью работы является изучение влияния различных норм минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность, на развитие и урожайность хлопчатника для черноземных почв Ростовской области при орошении.

Материалы и методы. Изучение влияния минеральных удобрений на развитие хлопчатника в условиях орошения проводилось на опытном участке, расположенном на территории Ростовской области, в 2022–2023 гг.

По степени обеспеченности осадками за период исследований 2022 г. можно охарактеризовать по гидротермическому коэффициенту (ГТК = 0,52) как очень засушливый, а 2023 г. при ГТК = 1,06 как средnezасушливый (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические данные за вегетационный период 2022–2023 гг., метеостанция г. Ростов-на-Дону
Table 1 – Meteorological data for the growing season 2022–2023, weather station in Rostov-on-Don

Метеорологические данные	2022 г.			2023 г.		
	Май – октябрь (среднее)	Май – октябрь (сумма)	ГТК	Май – октябрь (среднее)	Май – октябрь (сумма)	ГТК
Сумма атмосферных осадков, мм	31,5	189,0	0,52	61,8	370,9	1,06
Среднесуточная температура воздуха, °С	19,8	–		19,4	–	
Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С, °С	–	3648,7		–	3508,6	
Относительная влажность воздуха, %	55	–		61,5	–	

Почва участка представлена черноземом обыкновенным. По содержанию питательных элементов в 2022 и 2023 гг. в слое 0–40 см почвы опытного участка определены соответственно как очень высоко и высоко обеспеченные калием (754 и 424 мг/кг), высоко обеспеченные фосфором (64 и 60 мг/кг) и средне и низко обеспеченные азотом (9,1 и 7,5 мг/кг). Согласно содержанию питательных элементов в почве проводился расчет норм минеральных удобрений на планируемую урожайность¹.

Возделывался сорт хлопчатника ПГССХ 1 широкорядным способом посева нормой высева 100 тыс. шт./га. Повторность в опытах четырехкратная. Расположение делянок – рендомизированное. Площадь делянки – 70 м². Учетная площадь – 30 м². Агротехнические мероприятия для всех вариантов опыта применялись одинаковые, кроме внесения доз минеральных удобрений, рассчитанных на планируемый урожай. Применялась система капельного орошения. Наблюдения проводились за динамикой линейного роста, нарастания площади листовой поверхности и накопления сухой

¹Расчет доз внесения минеральных удобрений: свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2018663750 / Васильев С. М., Бабичев А. Н., Монастырский В. А., Ольгаренко В. И., Гонзалез-Гальего М. Р., Нецепляев Д. А.; правообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. Заявка № 2018619426; заявл. 04.09.18; опубли. 02.11.18, Бюл. № 1. EDN: ZHRHBD.

массы растений по общепринятым методикам. В конце вегетации проведен учет урожая хлопка-сырца, а полученные данные статистически обработаны по методике Б. А. Доспехова².

Схема опыта представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные нормы минеральных удобрений по вариантам
В кг д. в./га
Table 2 – Calculated rates of mineral fertilizers according to options
In kg a.m./ha

Вариант с планируемой урожайностью	Расчетная норма минеральных удобрений (NPK)	
	2022 г.	2023 г.
Вариант 1 – 1,0 т/га	N ₄₅ P ₁₀ K ₀	N ₄₅ P ₁₀ K ₀
Вариант 2 – 2,0 т/га	N ₁₀₀ P ₃₀ K ₀	N ₉₅ P ₃₀ K ₀
Вариант 3 – 3,0 т/га	N ₁₄₅ P ₄₅ K ₀	N ₁₄₅ P ₄₅ K ₃₀
Вариант 4 – 4,0 т/га	N ₁₉₅ P ₆₀ K ₅₀	N ₁₉₅ P ₆₀ K ₈₀
Вариант 5 – без удобрений (контроль)	0	0

Результаты и обсуждение. Динамика линейного роста хлопчатника в среднем за 2022–2023 гг. по фазам развития в зависимости от норм минеральных удобрений представлена на рисунке 1. В фазу бутонизации наибольшую высоту набрали растения хлопчатника на варианте с планируемой урожайностью 4 т/га – 53,2 см. На 2,2 см ниже отмечен результат на варианте с планируемой урожайностью 3 т/га. Полученные данные превышали результаты контрольного варианта соответственно на 27 и 24 %. На остальных вариантах (1,0 и 2,0 т/га) превышение по отношению к контролю составило 12 и 21 % соответственно.

К фазе цветения высота растений хлопчатника на вариантах с планируемой урожайностью 3,0 и 4,0 т/га достигла 97,7 и 99,6 см, что выше параметров контрольного варианта на 26,9 и 28,8 см соответственно. По сравнению с фазой бутонизации, на этих вариантах прирост установлен 46,6 и 46,4 см, так как именно в этот межфазный период происходит значительное потребление минеральных удобрений.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

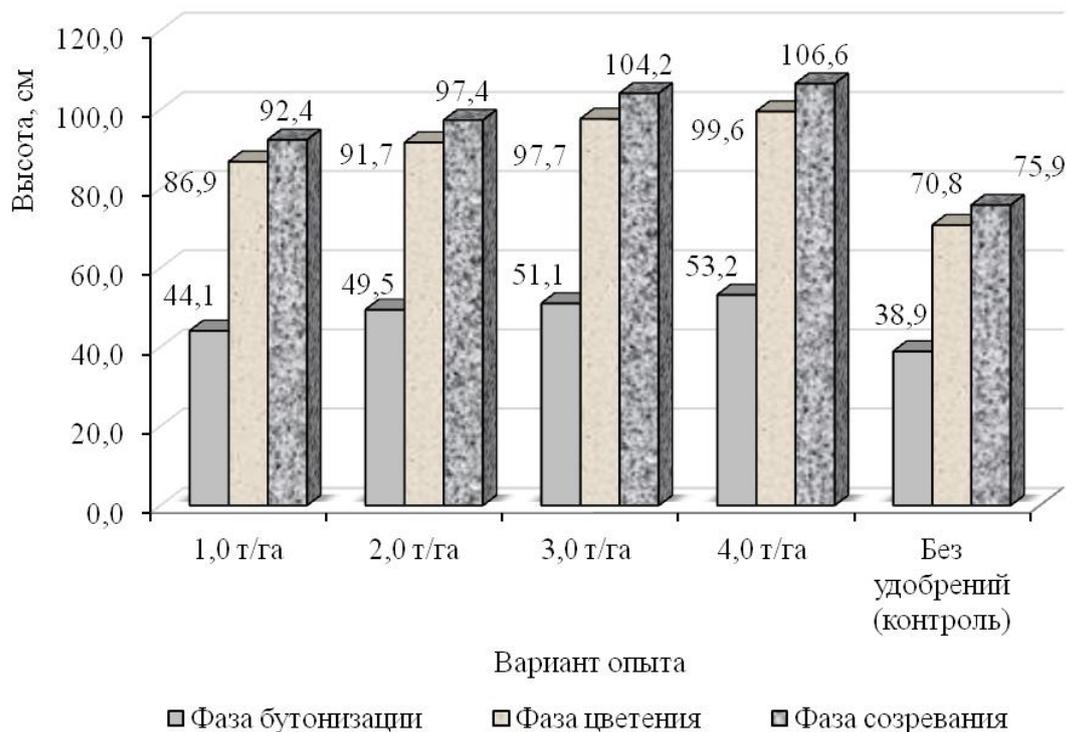


Рисунок 1 – Влияние минеральных удобрений, рассчитанных на планируемый урожайность, на динамику линейного роста растений хлопчатника

Figure 1 – Influence of mineral fertilizers calculated for the planned yield, the dynamics of cotton plant linear growth

В период цветения – созревания не наблюдалось существенного прироста растений на вариантах опыта. Это значение варьировало от 5,1 см (на контроле) до 7,1 см (на варианте с планируемой урожайностью 4,0 т/га). Наибольшая высота 106,6 и 104,2 см в этот период определена на вариантах 4 и 3 соответственно. Ниже всех высота растений на варианте без удобрений – 75,9 см.

Наблюдения показали положительное влияние минеральных удобрений на формирование листовой поверхности растений хлопчатника. Как видно из данных таблицы 3, в большей степени отмечено нарастание площади листовой поверхности на вариантах с планируемой урожайностью 3,0 и 4,0 т/га. В фазу бутонизации установлены величины данного показателя 11,9 и 12,7 тыс. м²/га, что превысило контроль на 4,0 и 4,8 тыс. м²/га соответственно. Наименьшее значение определено на варианте с планируе-

мой урожайностью 1,0 т/га – 9,53 тыс. м²/га, но оно выше, чем на варианте без удобрений, на 1,63 тыс. м²/га.

**Таблица 3 – Площадь листовой поверхности хлопчатника
в зависимости от нормы минеральных удобрений**

В тыс. м²/га

**Table 3 – Cotton leaf-area duration depending on the mineral fertilizer rate
In thousand m²/ha**

Вариант с планируемой урожайностью	Площадь листовой поверхности хлопчатника		
	Фаза бутонизации	Фаза цветения	Фаза созревания
Вариант 1 – 1,0 т/га	9,53	18,80	20,40
Вариант 2 – 2,0 т/га	11,19	20,55	22,10
Вариант 3 – 3,0 т/га	11,89	22,67	24,56
Вариант 4 – 4,0 т/га	12,71	23,76	25,80
Вариант 5 – без удобрений (контроль)	7,90	14,41	15,60

К фазам цветения и созревания данная тенденция сохранилась. В фазу созревания площадь листовой поверхности на вариантах с планируемой урожайностью 3,0 и 4,0 т/га достигла 24,6 и 25,8 тыс. м²/га, что превысило данные контрольного варианта на 8,5 и 9,7 тыс. м²/га соответственно.

Следует также отметить наибольший прирост площади листовой поверхности в период бутонизации – цветения, который варьировал по вариантам от 6,5 до 11,1 тыс. м²/га. В то же время в период цветения – созревания отмечен прирост всего 1,2–2,0 тыс. м²/га по вариантам. К фазе созревания наблюдается снижение разрастания вегетативных органов.

Динамика накопления сухой биомассы растений представлена на рисунке 2, из данных которого видно, что к фазе цветения наибольший результат получен на варианте с 4,0 т/га – 4,62 т/га. Менее всего накоплено сухой биомассы на варианте с планируемой урожайностью 1,0 т/га (1,6 т/га) и на контрольном без внесения удобрений (1,29 т/га). К фазе созревания наблюдалась такая же тенденция – лучший вариант 4,0 т/га с накоплением сухой биомассы растений 6,79 т/га и наименее результативный вариант без удобрений – 4,29 т/га.

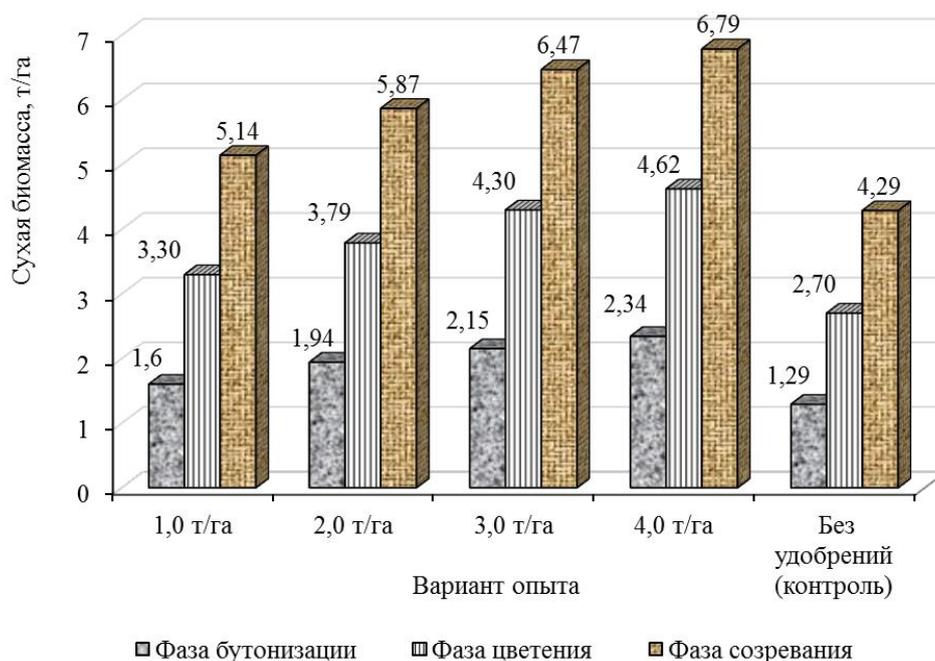


Рисунок 2 – Влияние минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность, на накопление сухой массы хлопчатника
Figure 2 – Influence of mineral fertilizers calculated for the planned yield, for the cotton dry mass accumulation

Нарастание площади листовой поверхности влияет на накопление сухой биомассы растений (рисунок 3). Прослеживается сильная взаимосвязь между этими показателями, подтверждаемая коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,79$).

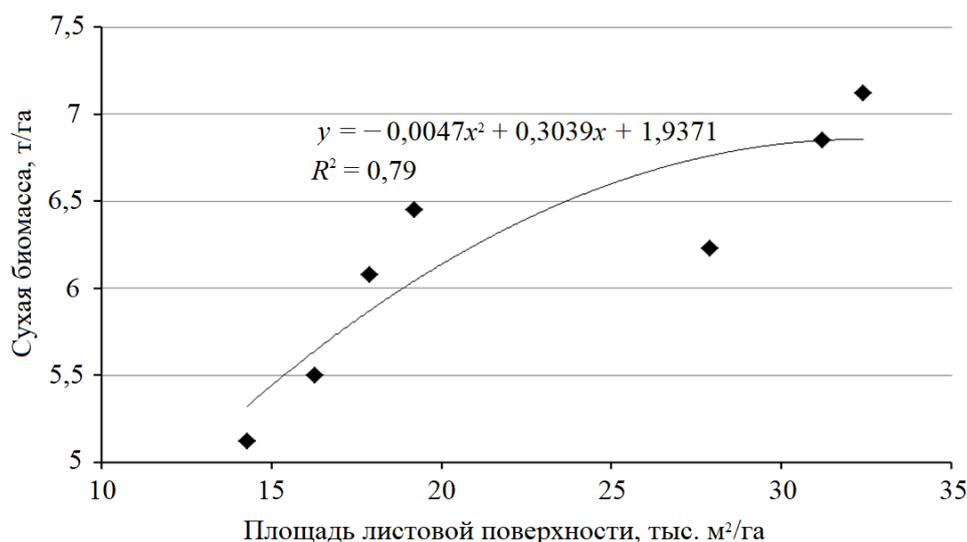


Рисунок 3 – Взаимосвязь между площадью листовой поверхности хлопчатника и накоплением сухой биомассы (фаза созревания)
Figure 3 – Relationship between cotton leaf-area duration and dry biomass accumulation (ripening phase)

Данные об урожайности в среднем за 2022–2023 гг. представлены на рисунке 4.

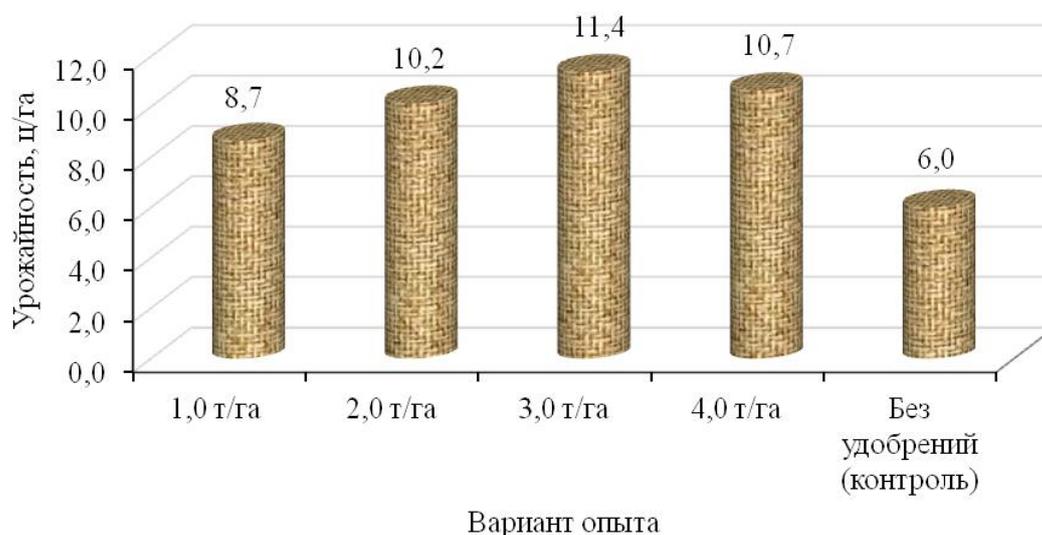


Рисунок 4 – Урожайность хлопчатника сорта ПГССХ 1 в среднем за 2022–2023 гг.

Figure 4 – Yield of PGSSH 1 cotton variety average for 2022–2023

Внесение нормы минеральных удобрений на планируемый урожай 3,0 т/га способствовало получению наибольшей массы хлопка-сырца в среднем за два года – 11,4 ц/га, что выше контроля на 5,4 ц/га. На 0,7 ц/га ниже получена урожайность на варианте с внесением минеральных удобрений на планируемый урожай 4,0 т/га. Прибавка урожая от внесения удобрений на вариантах 1,0 и 2,0 т/га соответственно составила 2,7 и 4,2 ц/га. На контрольном варианте без удобрений получена урожайность 6,0 ц/га. Наименьшая разность $НСР_{05}$ равна 0,5 ц/га.

Выводы. Вносимые нормы минеральных удобрений, рассчитанные на планируемую урожайность, активизируют рост и развитие хлопчатника, положительно влияют на его продуктивность, особенно на вариантах с нормами, рассчитанными на планируемую урожайность 3,0 и 4,0 т/га. В результате проведенных исследований установлено, что внесение минеральных удобрений на запланированный урожай хлопка-сырца 3,0 т/га нормой в среднем $N_{145}P_{45}K_{15}$ на черноземах обыкновенных Ростовской об-

ласти в условиях орошения обеспечило получение наибольшего урожая – 11,4 ц/га и максимальной прибавки от удобрений – 5,4 ц/га.

Список источников

1. Кулиев К., Шаммедов М. Н. Влияние удобрений на питательный режим почвы и урожайность хлопчатника // Технические науки в России и за рубежом: материалы VI Междунар. науч. конф., г. Москва, ноябрь 2016 г. М.: Буки-Веди, 2016. С. 78–80. EDN: XASSMX.

2. Новрузова Г. Х. Влияние удобрений на урожайность волокна хлопчатника // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5, № 9. С. 227–233. DOI: 10.33619/2414-2948/46/27. EDN: NJCBGY.

3. Пирахунова Ф. Н., Абзалов А. А., Туракулова А. А. Влияние координационных соединений микроэлементов на рост, развитие и урожайность хлопчатника // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 23–29. DOI: 10.12737/36523. EDN: YOUAFT.

4. Арзиев Ж. А., Жолдошев Б. С., Алтыбаева Д. Т. Исследования эффективности действия гумино-минеральных удобрений на хлопчатник при листовой подкормке // Вестник Кыргызского национального университета. 2018. № 4(96). С. 77–83. EDN: GIQDCA.

5. Садуллаев А. М. Определение влияния норм минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность хлопчатника // Universum: химия и биология [Электронный ресурс]. 2022. № 5(95). С. 16–18. URL: <https://universum.com/ru/nature/archive/item/13603> (дата обращения: 06.03.2024). DOI: 10.32743/UniChem.2022.95.5.13603. EDN: SADIDM.

6. Абалдов А. Н. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество волокна неорошаемого хлопчатника в сухостепной зоне Восточного Предкавказья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2011. № 68. С. 431–441. URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/04/pdf/18.pdf> (дата обращения: 26.02.2024). EDN: NTMELF.

7. Cordeiro C. F. S., Raphael J. P. A., Echer F. R. Boll distribution in the cotton canopy is affected by nitrogen management and cover crops in a sandy soil under water scarcity // Field Crops Research. 2024. Vol. 306. 109209. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109209>. EDN: FXHZYG.

8. Ибрагимов О. О. Влияние норм минеральных удобрений на плодоношение и опадение плодовых органов хлопчатника // Актуальная наука. 2019. № 11(28). С. 57–59. EDN: PCUDTM.

9. Пирахунова Ф. Н., Абзалов А. А., Нурмухамедов А. А. Значение минеральных удобрений в снижении опадения плодовых элементов хлопчатника // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 60. С. 60–66. DOI: 10.24411/2078-1318-2020-13060. EDN: EERKSC.

10. Саидзода С. Т., Саидзода Р. Ф. Влияние различных норм органических и минеральных удобрений на рост и развитие хлопчатника // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. 2021. № 2(68). С. 23–26. EDN: KUDODK.

11. Комилов А. Д. Влияние органо-минеральных удобрений на продуктивность средневолокнистого хлопчатника // Кишоварз. 2012. № 1. С. 13–14. EDN: PCDCEN.

12. Монастырский В. А., Ольгаренко В. Иг. Теоретические основы применения системы удобрений при оросительных мелиорациях // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию первого вып. инженеров-мелиораторов в России, г. Новочеркасск, 1–3 нояб. 2023 г. Новочеркасск: Лик, 2023. С. 31–35. EDN: LPZTDR.

13. Гахраманова Р. Ф. Сравнительная характеристика влияния минеральных удобрений и сидератов на фазы роста и развития хлопчатника // *Аграрная наука*. 2020. № 10. С. 88–91. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-88-91>. EDN: KFRRFS.

References

1. Kuliev K., Shammedov M.N., 2016. *Vliyanie udobreniy na pitatel'nyy rezhim pochvy i urozhaynost' khlopchatnika* [The influence of fertilizers on the nutritional regime of soil and cotton yield]. *Tekhnicheskie nauki v Rossii i za rubezhom: materialy VI Mezhdunar. nauch. konf.* [Technical Sciences in Russia and Abroad: Proc. of the VI International Scientific Conference]. Moscow, Buki-Vedi Publ., pp. 78-80, EDN: XASSMX. (In Russian).

2. Novruzova G.Kh., 2019. *Vliyanie udobreniy na urozhaynost' volokna khlopchatnika* [Fertilizers influence on crop yield cotton]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], vol. 5, no. 9, pp. 227-233, DOI: 10.33619/2414-2948/46/27, EDN: NJCBGY. (In Russian).

3. Pirakhunova F.N., Abzalov A.A., Turakulova A.A., 2020. *Vliyanie koordinatsionnykh soedineniy mikroelementov na rost, razvitie i urozhaynost' khlopchatnika* [The influence of coordination compounds of micronutrient elements on cotton plant growth and yield]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Samara State Agricultural Academy], no. 1, pp. 23-29, DOI: 10.12737/36523, EDN: YOUAFT. (In Russian).

4. Arziev Zh.A., Zholdoshev B.S., Altybaeva D.T., 2018. *Issledovaniya effektivnosti deystviya gumino-mineral'nykh udobreniy na khlopchatnik pri listovoy podkormke* [Studies of the effectiveness of the effect of humic-mineral fertilizers on cotton with foliar application]. *Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo universiteta* [Bulletin of Kyrgyz National University], no. 4(96), pp. 77-83, EDN: GIQDCA. (In Russian).

5. Sadullaev A.M., 2022. [Determination of the influence of mineral fertilizer rates on the growth, development and yield of cotton]. *Universum: khimiya i biologiya*, no. 5(95), pp. 16-18, available: <https://universum.com/ru/nature/archive/item/13603> [accessed 06.03.2024], DOI: 10.32743/UniChem.2022.95.5.13603, EDN: SADIDM. (In Russian).

6. Abaldov A.N., 2011. [The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of fiber of rain-fed cotton in the dry steppe zone of the Eastern Ciscaucasia]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU: politemicheskii setevoy elektronnyy zhurnal*, no. 68, pp. 431-441, available: <http://ej.kubagro.ru/2011/04/pdf/18.pdf> [accessed 26.02.2024], EDN: NTMELF. (In Russian).

7. Cordeiro C.F.S., Raphael J.P.A., Echer F.R., 2024. Boll distribution in the cotton canopy is affected by nitrogen management and cover crops in a sandy soil under water scarcity. *Field Crops Research*, vol. 306, 109209, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109209>, EDN: FXHZYG.

8. Ibragimov O.O., 2019. *Vliyanie norm mineral'nykh udobreniy na plodonoshenie i opadenie plodovykh organov khlopchatnika* [The influence of mineral fertilizer rates on fruiting and abscission of cotton fruit elements]. *Aktual'naya nauka* [Current Science], no. 11(28), pp. 57-59, EDN: PCUDTM. (In Russian).

9. Pirakhunova F.N., Abzalov A.A., Nurmukhamedov A.A., 2020. *Znachenie mineral'nykh udobreniy v snizhenii opadeniya plodoelementov khlopchatnika* [The value of mineral fertilizers in reducing the abscission of cotton fruit elements]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of St. Petersburg State Agrarian University], no. 60, pp. 60-66, DOI: 10.24411/2078-1318-2020-13060, EDN: EERKSC. (In Russian).

10. Saidzoda S.T., Saidzoda R.F., 2021. *Vliyanie razlichnykh norm organicheskikh i mineral'nykh udobreniy na rost i razvitie khlopchatnika* [The influence of various norms of organic and mineral fertilizers on the growth and development of cotton]. *Doklady Tadjikskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of Tajik Academy of Agricultural Sciences], no. 2(68), pp. 23-26, EDN: KUDODK. (In Russian).

11. Komilov A.D., 2012. *Vliyanie organo-mineral'nykh udobreniy na produktivnost' srednevolknistogo khlopchatnika* [Influence of organo-mineral fertilizers on efficiency of

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 264–276.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 264–276.

hay signs *Gossypium hirsutum* of the cotton]. *Kishovarz*, no. 1, pp. 13-14, EDN: PCDCEN. (In Russian).

12. Monastyrsky V.A., Olgarenko V.Ig., 2023. *Teoreticheskie osnovy primeneniya sistemy udobreniy pri orositel'nykh melioratsiyakh* [Theoretical basis of the system application fertilizers for irrigation reclamation]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: materialy Vseros. nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 110-letiyu pervogo vypuska inzhenerov-melioratorov v Rossii* [Land Reclamation and Water Management: Proc. of All-Russian Scientific-Practical Conf., Dedicated to the 110th Anniversary of the First Graduation of Reclamation Engineers in Russia]. Novocherkassk, Lik Publ., pp. 31-35, EDN: LPZTDR. (In Russian).

13. Gahramanova R.F., 2020. *Sravnitel'naya kharakteristika vliyaniya mineral'nykh udobreniy i sideratov na fazy rosta i razvitiya khlopchatnika* [Comparative characteristics of the influence of mineral fertilizers and green manure on the growth and development phases of cotton]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], no. 10, pp. 88-91, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-88-91>, EDN: KFRRFS. (In Russian).

Информация об авторах

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, rita6161@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-8275-5834;

С. А. Селицкий – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ssilja@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4771-4516;

А. Н. Бабичев – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, babichevan2006@yandex.ru, AuthorID: 195832, ORCID ID: 0000-0003-1146-7530;

Ю. И. Недоцукова – аспирант, младший научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, nedotsukova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8221-949X.

Information about the authors

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, rita6161@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-8275-5834;

S. A. Selitskiy – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, ssilja@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4771-4516;

A. N. Babichev – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, babichevan2006@yandex.ru, AuthorID: 195832, ORCID ID: 0000-0003-1146-7530;

Ju. I. Nedotsukova – Postgraduate Student, Junior Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, nedotsukova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8221-949X.

Вклад авторов: Р. Е. Юркова – сбор и обработка полевых данных, анализ результатов, написание статьи. С. А. Селицкий – сбор и обработка полевых данных, анализ результатов, написание статьи. А. Н. Бабичев – формирование основной концепции, целей и задач исследований, формулирование выводов, участие в написании статьи. Ю. И. Недоцукова – статистическая обработка полевых данных, подготовка графического материала, написание статьи.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 264–276.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 264–276.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Authors' contribution: R. E. Yurkova – collected and performed processing field data, analyzed the results and wrote the article. S. A. Selitsky – collected and performed processing field data, analyzed the results and wrote the article. A. N. Babichev – conceived the basic concept, purposes and objectives of the research, formulated conclusions, participated in writing the article. Yu. I. Nedotsukova – performed statistical processing of field data, prepared graphic material and wrote the article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.04.2024; одобрена после рецензирования 27.05.2024; принята к публикации 18.06.2024.

The article was submitted 25.04.2024; approved after reviewing 27.05.2024; accepted for publication 18.06.2024.