

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья
УДК 633.511

Соответствие агроклиматических условий и почвенно-мелиоративного состояния участка требованиям возделывания хлопчатника

Лидия Михайловна Докучаева¹, Рита Евгеньевна Юркова²,
Александр Николаевич Бабичев³, Юлия Ивановна Недоцукова⁴

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

¹dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid/0000-0001-4831-7640>

²rita6161@list.ru, <https://orcid/0000-0001-8275-5834>

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

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

Аннотация. Цель: установить соответствие агроклиматических и эколого-мелиоративных условий опытного участка, расположенного в Приазовской сельскохозяйственной зоне Ростовской области, требованиям возделывания хлопчатника. **Материалы и методы:** исследования проведены на черноземных почвах опытного участка, расположенного в Ростовской области, в соответствии с общепринятыми методиками. **Результаты.** Проанализированы метеоусловия участка, фотосинтетически активная радиация (ФАР) и суммарная солнечная радиация. Определен гранулометрический состав почв – глинистый и тяжелоглинистый. Почвы не засолены, но в составе почвенного поглощающего комплекса (ППК) присутствует 3–5 % обменного натрия, что свидетельствует о наличии натриевой солонцеватости, при большом количестве обменного магния (30–41 %). Содержание гумуса не превышает 2 %. Установлено наличие капиллярной каймы, подтверждающей поднятие уровня грунтовых вод до 1,3–1,5 м в весенний период. **Выводы.** Сравнительная оценка показала, что метеорологические условия практически полностью отвечают требованиям ранне- и среднеспелых сортов хлопчатника. Недостаток влаги регулируется орошением. Для нормального развития этой культуры недостаточно ФАР (36,1 ккал/см² при потребности более 40 ккал/см²). Почвенные условия в основном также соответствуют экологическим требованиям, но на росте и развитии хлопчатника могут отрицательно сказаться близкорасположенные грунтовые воды, недостаток обменного кальция (62 % от Σ ППК) и избыток обменного магния (36 % от Σ ППК).

Ключевые слова: хлопчатник, метеорологические условия, среднесуточная температура, почвенные условия, фотосинтетически активная радиация, суммарная солнечная радиация, экологические требования

Для цитирования: Соответствие агроклиматических условий и почвенно-мелиоративного состояния участка требованиям возделывания хлопчатника / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, А. Н. Бабичев, Ю. И. Недоцукова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 344–358.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Compliance of agroclimatic conditions and soil reclamation state of the site with the cotton plant requirements

Lidiya M. Dokuchayeva¹, Rita Ye. Yurkova², Alexander N. Babichev³,
Julia I. Nedotsukova⁴

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

¹dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid/0000-0001-4831-7640>

²rita6161@list.ru, <https://orcid/0000-0001-8275-5834>

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

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

Abstract. Purpose: to determine the compliance of the agroclimatic and ecological and reclamation conditions of the experimental site, located in the Azov agricultural zone of Rostov region, with the requirements of cotton plant. **Materials and methods:** research was carried out on chernozem soils of an experimental plot located in Rostov region, in accordance with generally accepted methods. **Results.** The weather conditions of the site, photosynthetically active radiation (PAR) and total solar radiation were analyzed. The soil texture was determined: clayey and heavy clayey. The soils are not saline, but the soil absorption complex (SAC) contains 3–5 % of exchangeable sodium, which indicates the presence of sodium alkalinity with a large amount of exchangeable magnesium (30–41 %). The humus content does not exceed 2 %. The presence of a capillary fringe was determined, confirming a rise of groundwater level to 1.3–1.5 m in the spring. **Conclusions.** A comparative assessment showed that meteorological conditions almost completely meet the requirements of early and mid-ripening cotton cultivars. The lack of moisture is regulated by irrigation. For the normal development of this crop, PAR is not enough (36.1 kcal/cm² with a need of more than 40 kcal/cm²). Soil conditions generally also meet environmental requirements, but the growth and development of cotton can be adversely affected by nearby groundwater, the lack of exchangeable calcium (62 % of Σ SAC) and an excess of exchangeable magnesium (36 % of Σ SAC).

Keywords: cotton, meteorological conditions, average daily temperature, soil conditions, photosynthetically active radiation, total solar radiation, environmental requirements

For citation: Dokuchayeva L. M., Yurkova R. Ye., Babichev A. N., Nedotsukova Ju. I. Compliance of agroclimatic conditions and soil reclamation state of the site with the cotton plant requirements. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3): 344–358. (In Russ.).

Введение. На территории России основными препятствиями для возделывания хлопчатника являются теплообеспеченность, засуха, неблагоприятные свойства почв, а также короткий теплый период [1]. Развитие хлопчатника во многом зависит от факторов внешней среды, а именно от метеорологических и почвенных условий [2, 3]. Хлопчатник очень требователен к температуре. При этом в разные фазы его развития необходимо неодинаковое ее количество. Так, семена хлопчатника прорастают при

температуре 10–12 °С, но для выноса семян на поверхность почвы требуется температура более 16 °С. Температура выше 36 °С перегревает его и замедляет развитие хлопчатника. За вегетационный период сумма активных температур (САТ) более 10 °С для раннеспелых сортов составляет 3000 °С, среднеспелых – 3400 °С, позднеспелых – 4000 °С [4, 5].

Хлопчатник может возделываться в богарных условиях, но в регионах с недостаточным количеством осадков положительно реагирует на орошение [6, 7]. Поливы требуются для получения дружных всходов и особенно в период бутонизации – плодообразования. Растение светолюбивое, поэтому эффективность использования им солнечной энергии, выраженной суммарной радиацией и фактической активной радиацией, очень важна [8]. На поглощение света культурой большое влияние оказывает надлежащая плотность расположения растений, которая оптимизирует распределение света и увеличивает фотосинтетическую деятельность [9].

Гарантированными районами возделывания средне- и тонковолокнистых сортов хлопчатника являются те, в которых радиационный баланс за теплый период более 80 ккал/см², а фотосинтетически активная радиация (ФАР) более 40 ккал /см² [10].

Хлопчатник лучше развивается на суглинистых почвах, обладающих достаточной влаго- и воздухоемкостью. Сильное засоление (более 0,4 %) при хлоридно-сульфатном типе и более 0,8 % при сульфатном засолении, а также средняя (более 5 % Na от суммы почвенного поглощающего комплекса (\sum ППК)) и сильная солонцеватости (более 10 % Na и более 20 % Mg от \sum ППК) отрицательно сказываются на водном обмене и развитии хлопчатника [11]. В то же время для хлопчатника предпочтительнее малоплодородные почвы с низким содержанием гумуса менее 2 %, чтобы растения не перерастали и вовремя формировались коробочки [12].

Грунтовые воды, близко расположенные к поверхности, также усиливают вегетативный рост, что сдерживает начало созревания и раскрытие

коробочек [13]. Наиболее благоприятна для возделывания хлопчатника ровная поверхность [14].

Таким образом, хлопчатник – культура, требующая для своего развития определенных агроклиматических и почвенно-мелиоративных условий.

Цель исследований – установить соответствие агроклиматических и эколого-мелиоративных условий опытного участка, расположенного в Приазовской сельскохозяйственной зоне Ростовской области, требованиям возделывания хлопчатника.

Материалы и методы. Данные о метеорологических показателях для Приазовской сельскохозяйственной зоны взяты по метеостанции «Гигант», которая близко расположена к опытному участку и на которой определяют суммарную солнечную радиацию (ССР). Опытный участок, где возделывается хлопчатник, расположен на территории Бирючекутской овощной селекционной опытной станции (ОСОС) (филиал ФГБНУ ФНЦО). Перед закладкой опытов отобраны образцы почв по слоям 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 см. В эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ» они были подвергнуты следующим видам анализов: гранулометрический и микроагрегатный составы¹, состав водной вытяжки^{2, 3, 4, 5, 6, 7},

¹Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

²ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. Введ. 1986-01-01. М.: Стандартинформ, 2011. 4 с.

³ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке [Электронный ресурс]. Введ. 1986-01-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁴ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке [Электронный ресурс]. Введ. 1986-01-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁵ГОСТ 26426-85. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке [Электронный ресурс]. Введ. 1986-01-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁶ГОСТ 26427-85. Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке [Электронный ресурс]. Введ. 1986-01-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁷ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке [Электронный ресурс]. Введ. 1986-01-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

состав обменных оснований: Са и Mg⁸, Na⁹, гумус¹⁰. По солевому составу водной вытяжки установлены химизм засоления, степень засоления и щелочности, глубина залегания капиллярной каймы. По составу ППК определена степень натриевой и магниевой солонцеватости и недонасыщенность комплекса кальцием. По содержанию физической глины установлен гранулометрический состав почв. По результатам оценки гранулометрического и микроагрегатного составов рассчитан коэффициент дисперсности (Кд), по данным микроагрегатного – степень агрегированности почв по Бэйверу (Аг)¹.

Результаты и обсуждение. Опытный участок по разработке технологии возделывания хлопчатника расположен на территории Бирючекутской ОСОС Октябрьского района Ростовской области, которая относится к пятой Приазовской сельскохозяйственной зоне. Для этой зоны характерны следующие метеорологические параметры за май – октябрь: среднесуточная температура воздуха за многолетний период равняется 18,3 °С, среднемноголетняя относительная влажность – 57 %, а сумма среднесуточных температур более 10 °С за этот период составляет 3252 °С (минимум 3100 °С, максимум 3600 °С, средняя 3300 °С). За вегетационный период среднемноголетняя сумма осадков составляет 285 мм, а испаряемость в два раза выше. Средняя суммарная солнечная радиация (ССР) в Ростовской области за май – октябрь равняется 3023 кДж/см², или 72,15 ккал/см² [15].

В таблице 1 представлены метеорологические данные на опытном участке, из данных видно, что погодные условия в годы исследований (2020–2022 гг.) разные. По данным расчета гидротермического коэффици-

⁸ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО [Электронный ресурс]. Введ. 1986-07-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

⁹ГОСТ 26950-86. Метод определения обменного натрия [Электронный ресурс]. Введ. 1987-07-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

¹⁰ГОСТ 26213-91. Методы определения органического вещества [Электронный ресурс]. Введ. 1993-07-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

ента (ГТК), равного 0,41, в 2020 г. вегетационный период очень засушливый. По сравнению со среднемноголетней суммой атмосферных осадков за май – октябрь, в 2020 г. их количество было на 43 % меньше, в то же время САТ выше в этот период на 15 %. Этот же период 2021 г. характеризовался как слабозасушливый (ГТК = 1,14), но осадков выпало на 38 % больше, чем в 2020 г., и САТ на 6 % ниже. В третий год исследований (2022 г.) метеорологические показатели аналогичны 2020 г.

Таблица 1 – Метеорологические данные за вегетационный период (май – октябрь)

Table 1 – Meteorological data for the growing season (May – October)

Показатель	Средне-много-летнее значение	Среднемесячное значение			Суммарное значение			ГТК		
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Сумма атмосферных осадков, мм	285	27,1	35,5	31,5	163	393	189	0,41	1,14	0,52
Среднесуточная температура воздуха, °С	18,3	20,3	19,4	19,8	–	–	–			
Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С	3252	–	–	–	3755	3440	3649			
Относительная влажность воздуха, %	57	63	64	55						

Почвы Приазовской зоны представлены в основном черноземами обыкновенными, сформированными на лессовидных глинах и суглинках, что обуславливает глинистый и тяжелоглинистый состав по гранулометрическому анализу. Почвы не засолены, но в составе ППК присутствует 3–5 % обменного натрия, что свидетельствует о наличии натриевой солонцеватости при большом количестве обменного кальция. Вниз по профилю увеличивается количество обменного магния. С глубины его содержание превышает количество обменного кальция или равняется ему. При переполивах таких земель возникает магниевая солонцеватость с поверхности из-за подъема уровня грунтовых вод (УГВ), что наглядно представлено на нашем опытном участке (таблица 2). Несмотря на то, что почвы относятся

к незасоленным разновидностям, наблюдается движение легкорастворимых солей к поверхности. В скважине 1 капиллярная кайма обнаруживается с 40 см, в скважине 2 – на глубине с 20 см, в скважине 3 – с 40 см. Это свидетельствует о поднятии грунтовых вод к верхним горизонтам. Расчеты показывают критическую глубину УГВ на опытном участке в весенний период 1,3–1,5 м [16].

Вместе с капиллярной каймой подтягиваются почвенные растворы с наличием магния, которые перестраивают состав ППК, уменьшая содержание кальция и увеличивая количество магния при сохранении того же содержания натрия. Происходящие процессы ухудшают структурное состояние почв (таблица 3). Об этом свидетельствует удовлетворительная микроструктуренность, низкая и весьма слабая агрегированность почв.

Черноземы обыкновенные Приазовской сельскохозяйственной зоны содержат гумуса от 3,9 до 4,7 %. Низкое содержание гумуса на исследуемом участке 2 % в верхнем 40-сантиметровом слое связано, скорее всего, с использованием для поливов минерализованных вод и близким залеганием грунтовых вод.

Сравнивая экологические требования хлопчатника к произрастанию с фактическими условиями опытного участка, можно отметить, что по метеорологическим условиям на нем следует возделывать ранне- и средне-спелые сорта при орошении. Световой режим здесь регулируется нормой и способом посева. Рельеф участка представлен ровной поверхностью (таблица 4). Единственным недостатком является некоторое несоответствие требованию к накоплению ФАР. За май – октябрь ССР составляет 72,15 ккал/см², а ФАР соответственно 36,1 ккал/см² (50 % от ССР). Большинство исследователей считают, что для нормального развития хлопка ФАР должна составлять не менее 40 ккал/см² [1, 2, 10].

Таблица 2 – Физико-химические свойства почв опытного участка Бирючуктской овощной селекционной опытной станции

Table 2 – Physical-chemical soil characteristics at the experimental site of the Biryuchekutsk vegetable breeding experimental station

Слой, см	Отношение $\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$	Химизм засоления	Сумма солей, %	Степень засоления	рН	Щелочность		% от суммы ППК		
						ммоль/100 г	оценка	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Скважина 1										
0–20	0,64	Cl-SO ₄	0,134	незасоленные	7,7	0,40	нещелочные	62	36	2
20–40	0,79	Cl-SO ₄	0,133	незасоленные	7,8	0,60	нещелочные	62	35	3
40–60	1,03	SO ₄ -Cl	0,151	слабая	7,9	0,80	слабощелочные	65	30	5
60–80	0,35	Cl-SO ₄	0,177	незасоленные	7,9	1,30	среднещелочные	62	33	5
80–100	0,47	Cl-SO ₄	0,155	незасоленные	7,8	0	–	66	30	4
0–40	0,72	Cl-SO ₄	0,133	незасоленные	7,7	0,50	нещелочные	62	36	2
Скважина 2										
0–20	0,77	Cl-SO ₄	0,132	незасоленные	7,6	0,1	нещелочные	65	33	2
20–40	0,65	Cl-SO ₄	0,165	незасоленные	7,8	1,2	среднещелочные	58	37	5
40–60	0,44	Cl-SO ₄	0,166	незасоленные	8,0	1,0	слабощелочные	63	34	3
60–80	0,74	Cl-SO ₄	0,152	незасоленные	7,8	1,5	среднещелочные	65	33	2
80–100	0,81	Cl-SO ₄	0,146	незасоленные	8,0	0,5	нещелочные	58	41	1
0–40	0,71	Cl-SO ₄	0,149	незасоленные	7,7	0,6	нещелочные	62	35	3
Скважина 3										
0–20	0,67	Cl-SO ₄	0,131	незасоленные	7,8	1,0	слабощелочные	61	38	1
20–40	0,64	Cl-SO ₄	0,138	незасоленные	7,8	1,1	среднещелочные	60	37	3
40–60	0,65	Cl-SO ₄	0,153	незасоленные	8,0	1,4	среднещелочные	65	32	3
60–80	0,69	Cl-SO ₄	0,157	незасоленные	8,1	1,6	среднещелочные	65	34	4
80–100	1,2	SO ₄ -Cl	0,150	слабая	8,1	1,0	слабощелочные	63	35	2
0–40	0,66	Cl-SO ₄	0,135	незасоленные	7,2	1,0	слабощелочные	61	37	2
ОП	–	–	< 0,10	–	–	< 1	–	> 80	< 20	< 3
ПДП	–	–	0,10–0,25	–	–	1–1,2	–	80–75	20–25	3–5

Таблица 3 – Физические свойства почв опытного участка Бирючуктской овощной селекционной опытной станции

Table 3 – Physical soil characteristics at the experimental site of the Biryuchekutsk vegetable breeding experimental station

Слой, см	Физическая глина		Микроструктуренность		Степень агрегированности		Водопрочность агрегатов > 0,25 мм	
	%	Оценка	Кд	Оценка	Аг, %	Оценка	%	Оценка
Скважина 1								
0–20	60,4	Гл	39	Удовлетворительная	21	Весьма слабая	35	Удовлетворительная
20–40	62,2	Гл	36	Удовлетворительная	34	Весьма слабая		
40–60	59,9	Ст	40	Удовлетворительная	21	Весьма слабая		
60–80	58,1	Ст	26	Удовлетворительная	35	Весьма слабая		
80–100	53,1	Ст	23	Удовлетворительная	34	Весьма слабая		
Скважина 2								
0–20	44,8	Сср	29	Удовлетворительная	18	Низкая	34	Удовлетворительная
20–40	56,7	Ст	30	Удовлетворительная	18	Низкая		
40–60	52,9	Ст	31	Удовлетворительная	21	Весьма слабая		
60–80	58,0	Ст	28	Удовлетворительная	35	Весьма слабая		
80–100	58,4	Ст	30	Удовлетворительная	24	Весьма слабая		
Скважина 3								
0–20	32,4	Ст	41	Удовлетворительная	8	Низкая	32	Удовлетворительная
20–40	57,9	Ст	27	Удовлетворительная	25	Весьма слабая		
40–60	54,3	Ст	22	Удовлетворительная	23	Весьма слабая		
60–80	53,6	Ст	30	Удовлетворительная	25	Весьма слабая		
80–100	55,6	Ст	22	Удовлетворительная	34	Весьма слабая		

Таблица 4 – Сравнительная оценка метеорологических условий по требованию хлопчатника и опытного участка

Table 4 – Comparative assessment of meteorological conditions for the requirements of cotton plant and the experimental plot

Показатель	Экологические требования	Условия опытного участка
Оптимальная температура для развития хлопчатника	Всходы при t почвы = 10–12 °С. t воздуха – 25–30 °С. До 36 °С усиливается созревание коробочек	Среднесуточная t воздуха, °С: 16,6 – май; 20,9 – июнь; 23,4 – июль; 22,7 – август
CAT > 10 °С	Раннеспелые сорта – 3000 °С; среднеспелые сорта – 3400 °С; позднеспелые сорта – 4000 °С	3615 °С
Влага	Расход воды на транспирацию в сутки в среднем 80–90 м ³ /га, в фазе образования первого листа – 10–12 м ³ /га, в фазе бутонизации – 30–35 м ³ /га	Обеспечивается орошением
ФАР	40 ккал/см ²	36,1 ккал/см ²
Рельеф	Ровная поверхность, склоны – южные и юго-западные	Ровная поверхность

Хлопчатник не требователен к плодородию почв, поэтому низкое содержание гумуса не является лимитирующим фактором для его развития. Питательный режим в определенные фазы очень важен для хлопчатника, но он регулируется внесением минеральных удобрений. По засолению почв имеются определенные пределы, но на обследуемом опытном участке почвы не засолены, в меру уплотнены, имеют тяжелосуглинистый гранулометрический состав, что отвечает экологическим требованиям (таблица 5).

Таблица 5 – Сравнительная оценка требований хлопчатника к почвам и их состояние на опытном участке

Table 5 – Comparative assessment of cotton requirements for soils and their state at the experimental site

Показатель	Экологические требования	Показатель свойств почв	Оценка
1	2	3	4
Содержание гумуса, %	< 4	2,0	+
pH водной суспензии, ед. pH	7,0–8,5	7,5–8,0	+
Засоление, %:			
Cl-SO ₄	0,2–0,4	> 0,2	+
SO ₄	0,8	–	+
Обменный кальций, %	> 80	62	–
Обменный магний, %	< 20	36	–
Обменный натрий, %	< 3	2	+

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4
УГВ, м	Глубже 3	1,5–2,0	–
Гранулометрический состав	Суглинистые, тяжелоглинистые почвы с улучшением водно-физических свойств	Тяжелоглинистые	+
Плотность сложения почв, т/м ³	До 1,40	1,30	+
Примечание – «+» – соответствует экологическим требованиям хлопчатника, «–» – не соответствует.			

Однако по влиянию солонцеватости на развитие хлопчатника имеются разные мнения. Одни утверждают, что для нормального развития этой культуры в ППК содержание обменного натрия не должно превышать 5 % от Σ ППК, в других регионах он возделывается на комплексных солонцовых почвах с содержанием обменного натрия более 5 %, и получают достаточно высокие урожаи [12, 17]. Но в целом эта проблема не изучена. На опытном участке по содержанию обменного натрия, составляющему 2 % от Σ ППК, возможно возделывать хлопчатник, а содержание обменных кальция и магния не отвечает экологическим требованиям.

Выводы. Метеорологические условия практически полностью отвечают требованиям ранне- и среднеспелых сортов хлопчатника. Недостаток влаги регулируется орошением. Для нормального развития этой культуры недостаточно ФАР (36,1 ккал/см² при потребности более 40 ккал/см²). Почвенные условия в основном также соответствуют экологическим требованиям, но на росте и развитии хлопчатника могут отрицательно сказаться близкорасположенные грунтовые воды (1,5–2,0 м), недостаток обменного кальция (62 % от Σ ППК) и избыток обменного магния (36 % от Σ ППК).

Список источников

1. Баймухаметова Э. А. Хлопчатник: особенности культуры, перспективы создания трансгенных и отечественных сортов и их выращивания в России // Бионика. 2016. Т. 8, № 3. С. 275–288.
2. Ибрагимов Б. О. Факторы, влияющие на рост и развитие хлопчатника // Universum: технические науки [Электронный ресурс]. 2020. № 8(77). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/10604> (дата обращения: 23.08.2023).

3. Особенности экологических требований хлопчатника к условиям произрастания / А. Н. Бабичев, Р. Е. Юркова, С. А. Селицкий, Л. М. Докучаева, Ю. И. Недоцукова // Экология и водное хозяйство. 2023. Т. 5, № 2. С. 26–39. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-2-26-39>.

4. Каденова З. О., Бикиров Ш. Влияние температуры на рост и развитие хлопчатника в условиях юга Кыргызстана // Colloquium-journal. 2019. № 28(52). С. 16–18.

5. Арутюнова Л. Г. Отношение хлопчатника к основным факторам роста и развития // Агроархив, сельскохозяйственные материалы [Электронный ресурс]. 2014. URL: <https://agro-archive.ru/hlopkovodstvo/1187-otnoshenie-hlopchatnika-k-osnovnym-faktoram-rosta-i-razvitiya.html> (дата обращения: 22.08.2023).

6. Способы полива хлопчатника в условиях дельты Волги / Г. И. Нестеренко, Н. А. Токарев, Л. С. Бочарникова, Н. Ю. Жарикова // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК: сб. материалов конф. 2019. С. 160–167.

7. Токарева Н. Д., Токарев Н. А. Способы полива хлопчатника и их экономическая эффективность // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3(35). С. 79–82.

8. Дурдыев Б. Характер образования листовой поверхности и фотосинтетической деятельности хлопчатника при регулировании калийного питания // Молодой ученый. 2010. № 11(22), т. 2. С. 198–201.

9. Chapera V., Mudada N., Mapuranga R. The impact of plant density and spatial arrangement on light interception on cotton crop and seed cotton yield: an overview // Journal of Cotton Research. 2020. 3. 18. <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00059-z>.

10. Влияние минеральных и органоминеральных систем удобрения на фотосинтез, радиационный режим и транспирацию хлопчатника / А. М. Гусейнов, А. Т. Газиев, Н. В. Гусейнов, Х. Г. Халилов, О. З. Омаров // Плодородие. 2017. № 3. С. 10–13.

11. Хасанов Р. К., Губанова Н. Г., Садикова З. Ю. Влияние засоленности на водный обмен растений хлопчатника [Электронный ресурс] // Academy. 2019. № 9(48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zasolennosti-na-vodnyy-obmen-rasteniy-hlopchatnika> (дата обращения: 16.08.2023).

12. Токарев Н. А., Бочарникова Л. С., Нестеренко Г. И. Особенности агротехнических мероприятий на элитно-семеноводческих посевах хлопчатника в условиях Астраханской области // Орошаемое земледелие. 2019. № 2. С. 54–57. DOI: 10.35809/2618-8279-2019-2-15.

13. Гурдибаева М. У. Полевые исследования режимов полива хлопчатника // Молодой ученый. 2017. № 22(156). С. 225–227.

14. Темиров И. Г. Исследование влияния рельефа хлопкового поля на работу двухъярусного плуга // Молодой ученый. 2017. № 16(150). С. 202–206.

15. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области / Ю. П. Хрусталева, В. Н. Василенко, И. В. Свисюк, В. Д. Панов, Ю. А. Ларионов. Ростов н/Д.: Бат. кн. изд-во, 2002. 184 с.

16. Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Грунтовая вода – критерий экологического состояния почв // Экология и водное хозяйство. 2019. № 1(01). С. 18–29.

17. Ибрагимов А. Г. Состояние плодородия орошаемых почв Кура-Араксинской низменности, пригодных для возделывания хлопчатника // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4, № 11. С. 214–219.

References

1. Baimukhametova E.A., 2016. *Khlopchatnik: osobennosti kul'tury, perspektivy sozdaniya transgennykh i otechestvennykh sortov i ikh vyrashchivaniya v Rossii* [Cotton: cultural features, perspectives for the creation of transgenic and domestic varieties and their cultivation in Russia]. *Bionika* [Bionics], vol. 8, no. 3, pp. 275-288. (In Russian).

2. Ibragimov B.O., 2020. [Factors influencing the growth and development of cotton]. *Universum: tekhnicheskie nauki*, no. 8(77), available: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10604> [accessed 23.08.2023]. (In Russian).

3. Babichev A.N., Yurkova R.E., Selitsky S.A., Dokuchaeva L.M., Nedotsukova Yu.I., 2023. *Osobennosti ekologicheskikh trebovaniy khlopchatnika k usloviyam proizrastaniya* [Features of the environmental requirements of cotton for growth conditions]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo* [Ecology and Water Management], vol. 5, no. 2, pp. 26-39, <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2023-5-2-26-39>. (In Russian).

4. Kadenova Z.O., Bikirov Sh., 2019. *Vliyanie temperatury na rost i razvitie khlopchatnika v usloviyakh yuga Kyrgyzstana* [Influence of temperature on growth and development of cotton in the south of Kyrgyzstan]. *Colloquium-journal*, no. 28(52), pp. 16-18. (In Russian).

5. Arutyunova L.G., 2014. *Otnoshenie khlopchatnika k osnovnym faktoram rosta i razvitiya* [Attitude of cotton to the main factors of growth and development]. *Agroarkhiv, sel'skokhozyaystvennye materialy* [Agroarchive, Agricultural Materials], available: <https://agroarchive.ru/hlopkovodstvo/1187-otnoshenie-hlopchatnika-k-osnovnym-faktoram-rosta-i-razvitiya.html> [accessed 22.08.2023]. (In Russian).

6. Nesterenko G.I., Tokarev N.A., Bocharnikova L.S., Zharikova N.Yu., 2019. *Sposoby poliva khlopchatnika v usloviyakh del'ty Volgi* [Methods of irrigating cotton under the conditions of the Volga delta]. *Dostizheniya molodykh uchenykh v razvitiy sel'skokhozyaystvennoy nauki i APK: sb. materialov konferentsii* [Achievements of Young Scientists in the Development of Agricultural Science and Agro-Industrial Complex: Proc. of the Conference], pp. 160-167. (In Russian).

7. Tokareva N.D., Tokarev N.A., 2018. *Sposoby poliva khlopchatnika i ikh ekonomicheskaya effektivnost'* [Methods of irrigation of cotton and their economic efficiency]. *Problemy razvitiya APK regiona* [Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex], no. 3(35), pp. 79-82. (In Russian).

8. Durdyev B., 2010. *Kharakter obrazovaniya listovoy poverkhnosti i fotosinteticheskoy deyatel'nosti khlopchatnika pri regulirovaniy kaliynogo pitaniya* [The nature of formation of leaf surface and photosynthetic activity of cotton during the potassium nutrition regulation]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], no. 11(22), vol. 2, pp. 198-201. (In Russian).

9. Chapepa B., Mudada N., Mapuranga R., 2020. The impact of plant density and spatial arrangement on light interception on cotton crop and seed cotton yield: an overview. *Journal of Cotton Research*, vol. 3, no. 18, <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00059-z>.

10. Guseinov A.M., Gaziev A.T., Guseinov N.V., Khalilov Kh.G., Omarov O.Z., 2017. *Vliyanie mineral'nykh i organomineral'nykh sistem udobreniya na fotosintez, radiatsionnyy rezhim i transpiratsiyu khlopchatnika* [Effect of mineral and organomineral fertilizer systems on photosynthesis, radiation regime and transpiration in cotton plants]. *Plodorodie* [Fertility], no. 3, pp. 10-13. (In Russian).

11. Khasanov R.K., Gubanova N.G., Sadikova Z.Yu., 2019. *Vliyanie zasolennosti na vodnyy obmen rasteniy khlopchatnika* [Effect of salinity on water metabolism of cotton plants]. *Academy*, no. 9(48), available: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zasolennosti-na-vodnyy-obmen-rasteniy-hlopchatnika> [accessed 16.08.2023]. (In Russian).

12. Tokarev N.A., Bocharnikova L.S., Nesterenko G.I., 2019. *Osobennosti agrotekhnicheskikh meropriyatiy na elitno-semenovodcheskikh posevakh khlopchatnika v usloviyakh Astrakhanskoj oblasti* [Features of agrotechnical measures on elite seed-growing cotton crops in Asrakhan region]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 2, pp. 54-57, DOI: [10.35809/2618-8279-2019-2-15](https://doi.org/10.35809/2618-8279-2019-2-15). (In Russian).

13. Gurdibayeva M.U., 2017. *Polevye issledovaniya rezhimov poliva khlopchatnika* [Field studies of cotton irrigation regimes]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], no. 22(156), pp. 225-227. (In Russian).

14. Temirov I.G., 2017. *Issledovanie vliyaniya rel'efa khlopkovogo polya na rabotu dvukh"yarusnogo pluga* [Study of influence of the cotton field topography on two-tier plow work]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], no. 16(150), pp. 202-206. (In Russian).

15. Khrustalev Yu.P., Vasilenko V.N., Svisyuk I.V., Panov V.D., Larionov Yu.A., 2002. *Klimat i agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Climate and Agroclimatic Resources of Rostov Region]. Rostov-on-Don, Bataysk Publ., 184 p. (In Russian).

16. Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2019. *Gruntovaya voda – kriteriy ekologicheskogo sostoyaniya pochv* [Ground water is a criteria of ecological state of soils]. *Ekologiya i vodnoe khozyaystvo* [Ecology and Water Management], no. 1(01), pp. 18-29. (In Russian).

17. Ibragimov A.G., 2018. *Sostoyanie plodorodiya oroshaemykh pochv Kura-Araksinskoj nizmennosti, prigodnykh dlya vozdeleyvaniya khlopchatnika* [Fertility state of the irrigated soils fit for the cotton plant in the Kura-Araks lowland]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], vol. 4, no. 11, pp. 214-219. (In Russian).

Информация об авторах

Л. М. Докучаева – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, dokuchaeva_lm@mail.ru, AuthorID: 619318, <https://orcid.org/0000-0001-4831-7640>;

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, rita6161@list.ru, AuthorID: 516510, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>;

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

Ю. И. Недотсукова – младший научный сотрудник, аспирант, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, nedotsukova@yandex.ru, AuthorID: 1041428, <https://orcid.org/0000-0002-8221-949X>.

Information about the authors

L. M. Dokuchayeva – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, dokuchaeva_lm@mail.ru, AuthorID: 619318, <https://orcid.org/0000-0001-4831-7640>;

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, rita6161@list.ru, AuthorID: 516510, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>;

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, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>;

Ju. I. Nedotsukova – Junior Researcher, Postgraduate Student, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, nedotsukova@yandex.ru, AuthorID: 1041428, <https://orcid.org/0000-0002-8221-949X>.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

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

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 344–358.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. Vol. 91, no. 3. P. 344–358.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 06.09.2023; одобрена после рецензирования 11.09.2023;
принята к публикации 12.10.2023.*

*The article was submitted 06.09.2023; approved after reviewing 11.09.2023; accepted for
publication 12.10.2023.*