



Научная статья

УДК 633.511: [631.53.04 +631.84]

doi: 10.55186/25876740\_2024\_67\_1\_111

## УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА И УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

О.В. Кухаренкова, Ф. Бабазой

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований, выполненных в 2021-2023 гг. в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана (провинция Гильменд) на пустынной песчано-глинистой почве. В условиях двухфакторного полевого опыта изучена реакция средневолокнистого хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) на различные способы посева семян и дозы азотного удобрения. Установлено влияние разбросного, широкорядного («плоского») способов посева и посева на грядах, а также доз азотного удобрения  $N_0$ ,  $N_{120}$ ,  $N_{150}$  и  $N_{180}$  на урожайность хлопчатника, количество открытых коробочек на растениях, массу хлопчатника-сырца и хлопкового волокна в коробочке, окупаемость азота удобрения прибавкой урожая и выход волокна. Проведенные исследования показали преимущество посева хлопчатника на грядах (в два ряда с площадью питания одного растения 0,75 м x 0,45 м) перед разбросным и широкорядным с междурядьями 0,75 м способами посева, а также существенное влияние азотного удобрения на урожайность хлопчатника. Наиболее высокую урожайность хлопчатника обеспечивают посев на грядах и применение азотного удобрения в дозе  $N_{180}$  в два срока (по  $N_{90}$  перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника) — в среднем за 3 года исследований было получено 5,0 т/га хлопчатника-сырца с выходом волокна 36,2%, на каждом растении хлопчатника формировалось в среднем 24,5 шт. открытых коробочек с массой хлопчатника-сырца 6,9 г. Урожайность хлопчатника возрастает при применении азотного удобрения. Наиболее высокая окупаемость азота удобрения — 11,9-12,2 кг хлопчатника-сырца/кг азота достигается также при посеве хлопчатника на грядах и внесении  $N_{150}$  и  $N_{180}$ .

**Ключевые слова:** хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.), способ посева, азотное удобрение, хлопок-сырец, урожайность, структура урожая, выход волокна

Original article

## THE YIELD OF COTTON DEPENDING ON THE METHOD OF SOWING AND THE LEVEL OF NITROGEN NUTRITION

O.V. Kukharekova, F. Babazoy

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

**Abstract.** The article presents the results of studies carried out in 2021-2023 in the arid climate of the southern agroecological zone of Afghanistan (Helmand province) on desert sandy-clay soil. Under the conditions of two-factor field experience, the reaction of medium-fiber cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to various methods of sowing seeds and doses of nitrogen fertilizer was studied. The influence of scattered, wide-row ("flat") methods of sowing and sowing on ridges, as well as doses of nitrogen fertilizer  $N_0$ ,  $N_{120}$ ,  $N_{150}$  and  $N_{180}$  on cotton yield, the number of open boxes on plants, the mass of raw cotton and cotton fiber in the box, the payback of nitrogen fertilizer by crop increase and fiber yield has been established. The conducted studies have shown the advantage of sowing cotton on ridges (in two rows with a feeding area of one plant of 0.75 m x 0.45 m) over scattered and wide-row sowing methods with row spacing of 0.75 m, as well as the significant effect of nitrogen fertilizer on cotton yield. The highest yield of cotton is provided by sowing on ridges and the use of nitrogen fertilizer at a dose of  $N_{180}$  in two terms (according to  $N_{90}$  before sowing and at the beginning of the flowering phase of cotton) — an average of 5.0 t/ha of raw cotton with a fiber yield of 36.2% was obtained over three years of research, an average of 24.5 was formed on each cotton plant pcs. open boxes with a mass of raw cotton of 6.9 g. The yield of cotton increases with the use of nitrogen fertilizer. The highest nitrogen payback of fertilizer — 11.9-12.2 kg of raw cotton/kg of nitrogen is also achieved when sowing cotton on ridges and applying  $N_{150}$  and  $N_{180}$ .

**Keywords:** cotton (*Gossypium hirsutum* L.), method of sowing, nitrogen fertilizer, raw cotton, yield, crop structure, fiber yield

**Введение.** Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) — важнейшая товарная сельскохозяйственная культура комплексного использования. Главное значение хлопчатник имеет как прядильная культура. Также семена хлопчатника используются для производства пищевого и технического масла. Хлопок-сырец и хлопковое масло являются ценным экспортным товаром. Выращивание хлопчатника имеет большое экономическое значение. Экономика на уровне отдельных хозяйств и страны в целом диктует постоянную необходимость увеличения прибыли в хлопководстве, прежде всего, за счет роста урожайности хлопчатника [1, 2, 3].

Хлопчатник хорошо растет на разных типах почв и переносит даже легкое засоление. Но урожайность хлопчатника в зависимости от почвенно-климатических условий региона возделывания, сорта, используемой агротехники варьируется в очень широких пределах — от нескольких центнеров до 12,6 т/га хлопчатника-сырца (экспериментальное поле на северо-западе Китая) [4, 5].

На урожайность хлопчатника оказывают влияние множество факторов, эффективное использование которых позволяет увеличить сбор хлопчатника-сырца и хлопкового волокна. Среди агрономических факторов первостепенное значение имеют способ и плотность посева семян, определяющие полноту использования световой энергии и площади питания растениями. Хлопчатник реагирует величиной урожая на способ посева, на равномерность распределения растений по всей посевной площади [1, 3, 6]. В разных странах мира применяются различные способы посева: посев в борозду, в гребень, на грядах, квадратно-гнездовой посев, одно- и двустрочный посев и другие способы. Каждый из способов посева показывает в зависимости от условий выращивания хлопчатника различную эффективность. Важно установить, в каких почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условиях тот или другой способ посева обеспечит оптимальную густоту стояния растений к уборке и планируемую урожайность [2, 7, 8, 9, 10].

В технологии возделывания хлопчатника важное место в получении высоких и устойчивых урожаев отводится минеральным удобрениям, прежде всего азотным [11, 12, 13]. С уровнем азотного питания связаны эффективность фотосинтеза, площадь листового аппарата, формирование плодовых органов растениями хлопчатника [12]. Регулирование азотного питания растений особенно важно на малоплодородных почвах. При достаточном снабжении растений азотом повышается урожайность и качество волокна и семян, увеличивается доля хлопчатника-сырца в общей массе растений хлопчатника, растет индекс урожайности [13].

Хлопок-сырец — один из главных продуктов экспорта Афганистана, занимает четвертое место после золота, винограда и субтропических фруктов. Однако до настоящего времени не установлены наиболее эффективные способы посева семян и дозы азотного удобрения для хлопководящих провинций Афганистана, в том числе для провинции Гильменд, где культура хлопчатника широко распространена.

**Цель исследования** — установить влияние различных способов посева семян и доз азотного удобрения на урожайность, элементы продуктивности и структуры урожая хлопчатника, окупаемость азота удобрения прибавкой урожая в условиях южной агроэкологической зоны Афганистана.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальные исследования выполнены в провинции Гильменд Афганистана в двухфакторном полевом опыте в 2021-2023 гг. Объект исследований — средневолокнистый хлопчатник сорта Akala 15-17-99.

Схема полевого опыта: фактор А (способы посева): 1. Разбросной (контроль). 2. Ширококорядный («плоский») с междурядьями 0,75 м. 3. Посев на грядах (в два ряда с площадью питания каждого растения 0,75 м x 0,45 м); фактор Б (дозы внесения азота): 1. Без азота — контроль. 2.  $N_{120}$  (60+60). 3.  $N_{150}$  (75+75). 4.  $N_{180}$  (90+90).

Сроки внесения азота: перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника. В качестве азотного удобрения использовали карбамид. Также на всех опытных делянках вносили, как фон,  $P_{60}$  (суперфосфат простой гранулированный) и  $K_{40}$  (сульфат калия).

Полевой опыт был заложен методом расщепленных делянок в 3-кратной повторности. Площадь опытных делянок — 27,0 м<sup>2</sup> (4,5 м x 6,0 м), учетная площадь делянок — 13,5 м<sup>2</sup> (3,0 м x 4,5 м).

Почва опытного участка — пустынная песчано-глинистая с пахотным горизонтом мощностью 0-15 см и содержанием органического углерода в пахотном слое 0,35%. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 8,3), содержание подвижных форм фосфора и калия (по Мачигину) — 12-14 и 250-270 мг/кг почвы соответственно, щелочегидролизующего азота (по Корнфилду) — 130-150 мг/кг почвы.

Посев семян проводился после предпосевной обработки почвы вручную. Норма высева — 60 тыс. всхожих семян/га (в зависимости от способа посева — в разброс или по 2 семени в лунку). Глубина посева семян — 3-4 см. Предшественниками хлопчатника были кукуруза (2021 и 2022 гг.) и бобовые культуры (2023 г.). Через две недели после фазы полных всходов проводили прореживание растений и формировали одинаковую для всех вариантов опыта

густоту стояния растений (плотность посева), равную 29630 растений/га. В период вегетации хлопчатника было выполнено три прополки (вручную) и две обработки против азиатской хлопковой совки (*Spodoptera litura*) с использованием инсектоакарицидов с действующим веществом из класса пиретроидов (циперметрин). Экспериментальные данные обрабатывали статистически методом дисперсионного анализа с использованием SSCNARS Portal at IASRI. Результаты представлены на уровне значимости 5% ( $P = 0,05$ ).

Опытный участок располагался в южной агроэкологической зоне Афганистана (31°34' с.ш. и 64°21' в.д., 787 м над уровнем моря), которая характеризуется высокими температурами воздуха (максимальная температура варьировалась в пределах 25,1-43,62°C, минимальная — 14,9-23,2°C) и отсутствием осадков в течение всего периода вегетации хлопчатника. Годовое количество осадков в этом регионе не превышает 190 мм. Относительная влажность воздуха в годы исследований только в первый месяц вегетации хлопчатника варьировалась в пределах 21,2-25,5%, в последующие месяцы — не превышала 9,3-14,2%. Хлопчатник выращивался при орошении.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Продолжительность периода вегетации хлопчатника в годы исследований изменялась мало и составляла 149-152 дней. В ходе эксперимента были получены данные по основным элементам продуктивности хлопчатника: высоте растений, площади листьев, количестве моноподиальных (ростовых) и симподиальных (плодовых) ветвей, количестве коробочек на растениях. Значения этих показателей изменялись по вариантам опыта, зависели как от способа посева семян, так и от уровня азотного питания растений (табл. 1).

Растения хлопчатника при выращивании на грядах по сравнению с другими способами посева во всех вариантах опыта с внесением азотного удобрения были более высокими, имели большее количество ростовых ветвей и ветвей с плодовыми органами, формировали более мощный ассимиляционный аппарат и большее число коробочек. Так, при размещении посевов хлопчатника на грядах по сравнению с «плоскими» способами посева высота растений

увеличивалась в зависимости от уровня азотного питания на 5,7-14,6 см, количество симподиальных ветвей — на 3,4-8,7 шт./растение и количество коробочек — на 1,4-5,1 шт./растение.

Урожайность хлопчатника, как и других сельскохозяйственных культур, во многом определяется эффективностью фотосинтетической деятельности листьев. Только при оптимальной площади листовой поверхности наиболее полно используется фотосинтетически активная радиация (ФАР), растения эффективно потребляют ресурсы интенсификации и формируют наиболее высокую урожайность [15, 16]. Наибольшая площадь листьев в условиях опыта наблюдалась у растений хлопчатника при посеве на грядах и применении  $N_{150}$  и  $N_{180}$  — соответственно 21,2 и 23,8 тыс. м<sup>2</sup>/га и была больше на 7,9 и 10,0 тыс. м<sup>2</sup>/га по сравнению с разбросным посевом.

Одним из важнейших показателей оценки эффективности возделывания культуры с использованием приемов агротехники, имеющих первостепенное значение в определенных почвенно-климатических условиях, является ее урожайность. Анализ экспериментальных данных показал, что в проведенных нами исследованиях на урожайность хлопчатника существенное влияние оказывали способ посева и дозы внесения азотного удобрения (табл. 2).

Было установлено преимущество ширококорядного способа посева и посева хлопчатника на грядах перед разбросным посевом, а также посева на грядах перед ширококорядным посевом. В вариантах опыта без применения азотного удобрения было получено дополнительно с каждого гектара 0,37 и 0,77 т хлопка-сырца соответственно при ширококорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом и 0,40 т хлопка-сырца при посеве на грядах по сравнению с ширококорядным посевом. Различия по урожайности в зависимости от способа посева возрастают при выращивании хлопчатника с применением азотного удобрения. В вариантах опыта с азотным удобрением сбор хлопка-сырца увеличился в зависимости от дозы внесения азота на 0,46-0,51 и на 0,93-1,12 т/га соответственно при ширококорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом и на 0,42-0,64 т/га при посеве на грядах по сравнению с ширококорядным посевом.

Таблица 1. Элементы продуктивности растений хлопчатника (среднее за 2021-2023 гг.)

Table 1. Elements of productivity of cotton plants (average for 2021-2023)

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Высота растений, см	Количество побегов		Количество коробочек	Площадь листьев, м <sup>2</sup> /га
			моноподиальных	симподиальных		
			шт./растение			
Разбросной	0	91,9	5,3	8,3	17,1	10581
	120	98,4	5,8	12,8	19,8	12522
	150	104,3	6,3	16,7	23,3	13298
	180	107,0	7,0	19,1	26,0	13867
Ширококорядный	0	98,5	5,8	13,6	18,4	13298
	120	106,8	6,5	17,5	22,3	16951
	150	110,1	7,5	19,4	25,7	17905
	180	112,3	8,2	23,8	27,2	19058
На грядах	0	104,2	6,2	17,0	20,9	15748
	120	113,0	7,3	21,2	24,9	18714
	150	116,2	8,6	24,9	28,1	21185
	180	120,8	9,0	27,5	28,6	23837
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	3,21	0,20	0,61	0,55	358,20
	для фактора Б	4,40	0,29	0,72	0,96	432,90



Таблица 2. Урожайность хлопчатника и окупаемость азота удобрения прибавкой урожая  
Table 2. The yield of cotton and the payback of nitrogen fertilizers by increasing the yield

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Урожайность хлопка-сырца				Прибавка урожая	Окупаемость азота удобрения прибавкой урожая
		т/га					
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее за 3 года		
Разбросной	0	2,18	1,53	2,41	2,04	-	-
	120	2,76	2,23	3,39	2,79	0,75	6,25
	150	3,44	2,98	4,02	3,48	1,44	9,60
	180	4,19	3,50	4,42	4,04	2,00	11,11
Ширококорядный	0	2,12	1,91	3,21	2,41	-	-
	120	3,41	2,65	3,84	3,30	0,89	7,42
	150	3,72	3,97	4,20	3,96	1,55	10,33
	180	4,18	4,80	4,51	4,50	2,09	11,61
На грядах	0	2,55	2,27	3,60	2,81	-	-
	120	3,85	3,10	4,20	3,72	0,91	7,58
	150	4,36	4,79	4,65	4,60	1,79	11,93
	180	4,70	5,24	5,09	5,01	2,20	12,22
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,16	0,13	0,20	0,15	-	-
	для фактора Б	0,27	0,22	0,35	0,28	-	-

Таблица 3. Элементы структуры урожая хлопчатника и выход волокна (среднее за 2021-2023 гг.)  
Table 3. Elements of the cotton crop structure and fiber yield (average for 2021-2023)

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Количество открытых коробочек, шт./растение	В коробочке хлопчатника		Выход волокна, %
			масса хлопка-сырца, г	масса волокна, г	
Разбросной	0	15,6	4,4	1,7	37,7
	120	17,8	5,3	2,0	37,7
	150	21,0	5,6	2,1	37,5
	180	23,1	5,9	2,2	37,3
Ширококорядный	0	16,6	4,9	1,8	36,7
	120	19,9	5,6	2,1	37,5
	150	22,7	5,9	2,2	37,3
	180	24,5	6,2	2,3	37,1
На грядах	0	18,6	5,1	1,9	37,2
	120	22,0	5,7	2,1	36,8
	150	24,6	6,3	2,3	36,5
	180	24,5	6,9	2,5	36,2
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,44	0,15	0,06	-
	для фактора Б	0,87	0,20	0,11	-

Ширококорядный посев и посев на грядах обеспечивают одинаковую площадь питания одного растения и плотность посева. Грядковая технология посева по сравнению с «плоским» посевом улучшает состояние растений, полиферацию корней, использование питательных веществ и воды, увеличивает урожайность хлопчатника [1, 17].

Урожайность хлопчатника во все годы исследований возрастала при применении азотного удобрения — в среднем за 3 года на 0,75-2,20 т/га хлопка-сырца в зависимости от способа посева и дозы азота. Наиболее высокая урожайность была получена при выращивании хлопчатника на грядах и внесении азотного удобрения в дозе N<sub>180</sub> — в среднем за 3 года 5,01 т/га хлопка-сырца. Урожайность хлопка-сырца при ширококорядном и разбросном способах посева также была наиболее высокой при применении N<sub>180</sub> — на 0,51 и 0,97 т/га больше, чем при ширококорядном и разбросном посевах соответственно.

Показателем эффективности применения азотного удобрения на посевах хлопчатника является окупаемость азота удобрения прибавкой урожая. Окупаемость азота удобрения

прибавкой урожая изменялась от 6,25 до 12,22 кг хлопка-сырца на 1 кг азота в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, была наиболее высокой — 11,11-12,22 кг хлопка-сырца/кг азота при разбросном и ширококорядном способах посева при внесении N<sub>180</sub>, при посеве на грядах — при внесении N<sub>150</sub> и N<sub>180</sub>. Урожайность хлопчатника при достаточно близкой для всех вариантов опыта густоте стояния растений к уборке, сформированной в результате прореживания, зависела от количества открытых коробочек на каждом растении и массы хлопка-сырца в каждой коробочке (табл. 3).

Количество открытых коробочек на каждом растении хлопчатника изменялось в зависимости от способа посева и дозы внесения азотного удобрения, увеличивалось по сопоставимым вариантам опыта при ширококорядном посевах и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом соответственно на 1,0-2,1 и 1,4-4,2 коробочки, на 1,9-2,1 коробочки при посеве на грядах по сравнению с ширококорядным посевом. Максимальное в условиях опыта количество открытых коробочек на растениях хлопчатника — 24,5-24,6 шт./растение формировалось при

внесении N<sub>150</sub> и N<sub>180</sub> и посеве на грядах, а также при внесении N<sub>180</sub> и ширококорядном посевах. Подобные закономерности наблюдались и по влиянию способа посева и доз минерального азота на массу хлопка-сырца в коробочке хлопчатника. Наиболее высокая урожайность хлопчатника — в среднем за 3 года 5,01 т/га (вариант опыта: посев на грядах и N<sub>180</sub>) была обеспечена образованием в среднем на каждом растении 24,5 открытых коробочек с массой 6,9 г хлопка-сырца.

Важным хозяйственно ценным признаком хлопчатника как прядильной культуры является выход волокна (табл. 3). Выход волокна при выращивании хлопчатника исследуемого сорта варьировался по отдельным вариантам опыта в пределах 36,2-37,7%, был наиболее высоким при использовании разбросного способа посева во всех вариантах опыта с азотным удобрением, снижался на 0,2-1,1% при ширококорядном посевах и посеве на грядах вне зависимости от дозы внесения азотного удобрения.

**Заключение.** В исследованиях, выполненных на пустынной песчано-глинистой почве Афганистана, установлено, что получение наиболее высокой урожайности хлопчатника обеспечивает его выращивание при орошении на грядах (в два ряда с площадью питания каждого растения 0,75 м x 0,45 м) и применение азотного удобрения в дозе N<sub>180</sub> (в два срока, по N<sub>90</sub> перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника), которые способствуют формированию растений высотой 120 см и с площадью листовой поверхности 23,8 тыс. м<sup>2</sup>/га. В среднем за 3 года было получено 5,0 т/га хлопка-сырца с выходом волокна 36,2%, на каждом растении хлопчатника формировалось в среднем 24,5 шт. открытых коробочек с массой хлопка-сырца 6,9 г. Урожайность хлопчатника возрастает при применении азотного удобрения. Наиболее высокая окупаемость азота удобрения — 11,9-12,2 кг хлопка-сырца/кг азота достигается также при посеве хлопчатника на грядах и внесении N<sub>150</sub> и N<sub>180</sub>.

**Список источников**

1. Farooq, O., Mubeen, K., Khan, A.A., Ahmad, S. (2020). Sowing methods for cotton production. *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies*, pp. 45-57.





2. Shahzad, M.A., Anjum, S.A., Zohaib, A., Ishfaq, M., Warraich, E.A. (2017). Effect of different sowing methods and planting densities on growth, yield, fiber quality and economic efficacy of cotton. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 30 (1).

3. Турсунов Х. Влияние методов посева и плотности кустов на рост, развитие и урожайность хлопчатника // Интеграционные процессы мирового научно-технологического развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2 ч. Белгород, 29 ноября 2017 г. / под общ. ред. Е.П. Ткачевой. Часть II. Белгород: ООО «Агентство перспективных научных исследований», 2017. С. 44-48. EDN XHUMFK

4. Li, P.C., Dong, H.L., Liu, A.Z., Liu, J.R., Li, R.Y., Sun, M. ... Mao, S.C. (2015). Effects of nitrogen fertilizer application strategy on N uptake, utilization and yield of cotton using 15 N trace technique. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 21(3), 590-599.

5. Уразматов Н.Н. Продуктивность сортов хлопчатника в зависимости от способов посева и густоты стояния в условиях лугово-сазовых почв // Путь науки. 2016. Т. 1. № 11 (33). С. 72-74. EDN XAMVQR

6. Умбаев И., Тагаев А. Влияние густоты стояния и схем размещения на фоне различных доз азотных удобрений на рост, развитие и урожайность хлопчатника в староорошаемой зоне Юга Казахстана // Почвоведение и агрохимия. 2010. № 3. С. 91-95. EDN DHSDMO

7. Cetin, M.D., Kabas, O., Celik, I., Kocaturk, M. (2023). An analysis of fiber properties in second crop cotton cultivated using two different sowing methods. *Environmental Engineering and Management Journal*, 22 (9), 1581-1586.

8. Набиев Т.С., Эрхабев Х.Ж., Махмудов И.Р. О квадратно-гнездовом способе посева семян хлопчатника // Фундаментальные и прикладные научные исследования: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 27 декабря 2020 г. Часть 2. Уфа: ООО «Омега Сайнс», 2020. С. 62-65. EDN MITTOT

9. Бабазай Ф., Кухаренкова О.В. Влияние способа посева и удобрения азотом на урожайность хлопчатника в Афганистане // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова: сборник статей, Москва, 06-08 июня 2022 г. М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. Т. 1. С. 155-158. EDN UKPRRC

10. Khan, B., Ishfaq, M., Murtza, K., Batool, Z., Ali, N., Aslam, M.S., ... Anjum, S.A. (2021). Effect of varying planting density on weed infestation, crop phenology, yield, and fiber quality of cotton under different sowing methods. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 10 (3), 676-691.

11. Saleem, M.F., Bilal, M.F., Awais, M., Shahid, M.Q., Anjum, S.A. (2010). Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. *J. Anim. Plant Sci.*, 20 (1), 23-27.

12. Shah, A.N., Wu, Y., Tanveer, M., Hafeez, A., Tung, S. A., Ali, S., ... Yang, G. (2021). Interactive effect of nitrogen fertilizer and plant density on photosynthetic and agronomical traits of cotton at different growth stages. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (6), 3578-3584.

13. Токарева Н.Д., Дедова Ю.И., Шахмедов И.Ш. Определение оптимальных норм внесения минеральных удобрений под хлопчатник // Вестник Российской ака-

демии сельскохозяйственных наук. 2012. № 5. С. 49-51. EDN PDHYNH

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1983. Вып. 3. 184 с.

15. Ma, Y., Zhang, Q., Yi, X., Ma, L., Zhang, L., Huang, C., ... Lv, X. (2021). Estimation of cotton leaf area index (LAI) based on spectral transformation and vegetation index. *Remote Sensing*, 14 (1), 136.

16. Шумова Н.А. Методические подходы к оценке относительной площади листьев растений агроценозов // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1. № 1. С. 74-92. EDN YVQHH

17. Irfan, M., Ahmad, R. (2014). Effect of sowing methods and different irrigation regimes on cotton growth and yield. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51 (4).

## References

1. Farooq, O., Mubeen, K., Khan, A.A., Ahmad, S. (2020). Sowing methods for cotton production. *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies*, pp. 45-57.

2. Shahzad, M.A., Anjum, S.A., Zohaib, A., Ishfaq, M., Warraich, E.A. (2017). Effect of different sowing methods and planting densities on growth, yield, fiber quality and economic efficacy of cotton. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 30 (1).

3. Tursunov, Kh. (2017). Vliyaniye metodov poseva i plotnosti kустov na rost, razvitiye i urozhainost' khlopchatnika [The influence of sowing methods and bush density on the growth, development and yield of cotton]. *Integratsionnye protsessy mirovogo nauchno-tehnologicheskogo razvitiya: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 2 ch. Belgorod, 29 noyabrya 2017 g.* [Integration processes of global scientific and technological development: collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference: at 2 part. Belgorod, November 29, 2017]. Part II. Belgorod, Agency for Advanced Scientific Research LLC, pp. 44-48. EDN XHUMFK

4. Li, P.C., Dong, H.L., Liu, A.Z., Liu, J.R., Li, R.Y., Sun, M. ... Mao, S.C. (2015). Effects of nitrogen fertilizer application strategy on N uptake, utilization and yield of cotton using 15 N trace technique. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 21(3), 590-599.

5. Urazmatov, N.N. (2016). Produktivnost' sortov khlopchatnika v zavisimosti ot sposobov poseva i gustoty stoyaniya v usloviyakh lugovo-sazovykh pochv [The productivity of cotton varieties depending on the methods of sowing and the density of standing in meadow-saz soils]. *Put' nauki* [The way of science], vol. 1, no. 11 (33), pp. 72-74. EDN XAMVQR

6. Umbaev, I., Tagaev, A. (2010). Vliyaniye gustoty stoyaniya i skhem razmeshcheniya na fone razlichnykh doz azotnykh udobreniy na rost, razvitiye i urozhainost' khlopchatnika v starooroshaemoy zone Yuga Kazakhstana [The influence of standing density and placement schemes against the background of different doses of nitrogen fertilizers on the growth, development and yield of cotton in the old irrigated zone of Southern Kazakhstan]. *Pochvovedeniye i agrokhimiya* [Soil science and agrochemistry], no. 3, pp. 91-95. EDN DHSDMO

7. Cetin, M.D., Kabas, O., Celik, I., Kocaturk, M. (2023). An analysis of fiber properties in second crop cotton cultivated using two different sowing methods. *Environmental Engineering and Management Journal*, 22 (9), 1581-1586.

8. Nabiev, T.S., Ehrkabojev, Kh.Zh., Makhmudov, I.R. (2020). O kvadratno-gnezdomom sposobе poseva semyan khlopchatnika [About the square-nest method of sowing cotton seeds]. *Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: Aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statei Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ufa, 27 dekabrya 2020 g.* [Fundamental and applied scientific research: Topical issues, achievements and innovations: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Ufa, December 27, 2020]. Part II. Ufa, Omega Sciences LLC, pp. 62-65. EDN MITTOT

9. Babazoi, F., Kukharenkova, O.V. (2022). Vliyaniye sposoba poseva i udobreniya azotom na urozhainost' khlopchatnika v Afganistane [The influence of the method of sowing and fertilizing with nitrogen on the yield of cotton in Afghanistan]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov, posvyashchennoy 135-letiyu so dnya rozhdeniya A.N. Kostyakova: sbornik statei, Moskva, 06-08 iyunya 2022 g.* [Materials of the international scientific conference of young scientists and specialists dedicated to the 135th anniversary of the birth of A.N. Kostyakov: collection of articles, Moscow, June 06-08, 2022]. Moscow, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vol. 1, pp. 155-158. EDN UKPRRC

10. Khan, B., Ishfaq, M., Murtza, K., Batool, Z., Ali, N., Aslam, M.S., ... Anjum, S.A. (2021). Effect of varying planting density on weed infestation, crop phenology, yield, and fiber quality of cotton under different sowing methods. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 10 (3), 676-691.

11. Saleem, M.F., Bilal, M.F., Awais, M., Shahid, M.Q., Anjum, S.A. (2010). Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. *J. Anim. Plant Sci.*, 20 (1), 23-27.

12. Shah, A.N., Wu, Y., Tanveer, M., Hafeez, A., Tung, S. A., Ali, S., ... Yang, G. (2021). Interactive effect of nitrogen fertilizer and plant density on photosynthetic and agronomical traits of cotton at different growth stages. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (6), 3578-3584.

13. Tokareva, N.D., Dedova, Yu.I., Shakhmedov, I.Sh. (2012). Opredeleniye optimal'nykh norm vnesheniya mineral'nykh udobreniy pod khlopchatnik [Determination of optimal rates of application of mineral fertilizers for cotton]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian academy of agricultural sciences], no. 5, pp. 49-51. EDN PDHYNH

14. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur (1983). [The methodology of the state variety testing of agricultural crops]. Moscow, issue 3, 184 p.

15. Ma, Y., Zhang, Q., Yi, X., Ma, L., Zhang, L., Huang, C., ... Lv, X. (2021). Estimation of cotton leaf area index (LAI) based on spectral transformation and vegetation index. *Remote Sensing*, 14 (1), 136.

16. Shumova, N.A. (2017). Metodicheskie podkhody k otsenke otositel'noy ploshchadi list'ev rasteniy agrotsenozov [Methodological approaches to estimating the relative leaf area of agrocenosis plants]. *Ehkosistemy: ehkologiya i dinamika* [Ecosystems: ecology and dynamics], vol. 1, no. 1, pp. 74-92. EDN YVQHH

17. Irfan, M., Ahmad, R. (2014). Effect of sowing methods and different irrigation regimes on cotton growth and yield. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51 (4).

## Информация об авторах:

**Кухаренкова Ольга Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8997-2698>, Scopus ID: 57220954964, Researcher ID: AAD-9971-2022, okuharenkova@rgau-msha.ru

**Бабазай Фероз**, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-9197-4526>, ferozbabazoi2019@gmail.com

## Information about the authors:

**Olga V. Kukharenkova**, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of crop production and meadow ecosystems, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8997-2698>, Scopus ID: 57220954964, Researcher ID: AAD-9971-2022, okuharenkova@rgau-msha.ru

**Feroz Babazoi**, postgraduate student of the department of crop production and meadow ecosystems, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-9197-4526>, ferozbabazoi2019@gmail.com