

## АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X\\_2024\\_1\\_46](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2024_1_46)Б.М. Амиров<sup>1\*</sup>, Қ.Қ. Құлымбет<sup>1</sup>, А.Т. Сейтменбетова<sup>1</sup>, Г.А. Сапаров<sup>1</sup>,Г.Т. Тулепбергенова<sup>1</sup>, С.П. Махмаджанов<sup>2</sup>**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА И КАЧЕСТВО ХЛОПКО-ВОЛОКНА НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА**

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан,

\*e-mail: bak.amirov@gmail.com

<sup>2</sup>Крестьянское хозяйство «Сабыр», Туркестанская область,

Мактааральский с/о, с. Оркениет, ул. Ынтымак, 267, Казахстан

**Аннотация.** Хлопчатник в Казахстане является одной из стратегически важных культурой и его возделывают на крайнем юге республики в Туркестанской области. Засушливость климата, дефицит оросительной воды и нарастающая угроза риска увеличения засоленных земель в хлопкосеющих плантациях, с одной стороны, и недостаточное и необоснованное применение минеральных, с другой, являются основными лимитирующими факторами при возделывании хлопчатника. На производственных плантациях крестьянского хозяйства «Сабыр», п. Атакент Мактааральского района Туркестанской области на сероземных почвах слабой и средней степени засоленности в 2022 году были проведены полевые опыты. В опытах на двух фонах засоленности (слабо и средне засоленная почва) были изучены 9 вариантов удобрений с различными дозами и соотношениями азота, фосфора и калия. В фазы бутонизации, цветения и плодообразования хлопчатника были проведены биометрические исследования и отобраны растительные образцы для изучения фотосинтетических и продуктивных показателей в зависимости от удобрений на 2-х фонах засоленности. Действие и взаимодействие удобрений и суммы солей в почве на формирование листьев в различные фазы развития хлопчатника достаточно точно ( $R^2=0,957-0,972$ ) описывается регрессионными уравнениями. При этом эффект одинарного действия азотных и калийных удобрений был отрицательным, а фосфорных удобрений – положительным. В период вегетации двойные сочетания всех изучаемых факторов, за исключением азота с калием имели отрицательное влияние на динамику накопления биомассы хлопчатника. Валовой урожай хлопчатника на 86 % обуславливается сложным суммарным влиянием азотного, фосфорного и калийного удобрения и степенью засоленности почвы. При этом одностороннее действие азотных и калийных удобрений и засоленности почвы на урожай хлопчатника было отрицательным, а фосфорного удобрения – положительным. Корреляционный анализ между калийным питанием и показателями качества волокна показал достаточно высокую зависимость ( $r = 0,38-0,62$ ). Изменения показателей качества волокна в основном имели достаточно тесную связь с суммой солей в пахотном слое почвы ( $r = 0,51-0,61$ ).

**Ключевые слова:** хлопчатник, моделирование, засоленная почва, урожайность, волокно, качество.

**ВВЕДЕНИЕ**

Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) относится к семейству Мальвовые (*Malvaceae* L.), насчитывающему более 50 видов. Эта культура пользуется боль-

шим спросом на мировом рынке и является важным источником натурального волокна.

Хлопчатник в Казахстане является одной из стратегически важной куль-

турой и его возделывают на крайнем юге республики в Туркестанская области. В данной области в последние годы площади хлопчатника варьировали в пределах 115-125 тыс. га, из которых 80-85 тыс. га приходится на Мактааральский и Жетысайский районы. Этот регион сильно подвержен засолению, засухе, нашествию опасных вредителей (хлопковая листовёртка, свекловичный мотыль) и болезней (фузариозное увядание и гуммоз). Чрезвычайно высокое содержание солей и засушливость пахотной почвы являются основными лимитирующими условиями выращивания культуры [1, 2]. Проблема вторичного засоления почв в этом регионе, усугубляемая возрастающим дефицитом оросительной воды, становится чрезвычайно актуальной. Наряду с таким важным мелиоративным меро-приятием, как зимне-ранневесенняя промывка засоленных полей важно значение имеет эффективное использование таких технологических приемов, как применение удобрений, направленное на создание оптимального питательного режима для повышения урожайности хлопка-сырца и получения качественного волокна. Исследованиями установлено, что влияние минеральных удобрений и поливного режима на листовую поверхность особенно четко проявляется в фазы цветения и созревания, что в конечном итоге сказывается на накоплении биологической массы хлопчатника [3, 4].

Хлопчатник на различных этапах своего роста и развития нуждается в минеральном питании, при этом наибольшая потребность в них отмечается при формировании генеративных органов [5-8].

Исследованиями установлено, что основным фактором, оказывающим влияние на качество хлопкового волок-

на, является уровень плодородия почвы. Чем выше плодородие почвы, на которой возделывается хлопчатник, тем выше урожайность и качество получаемого волокна [9-11]

На фоне монокультуры хлопчатника, уже на протяжении многих лет существует практика вспашки орошаемых земель маломощными колесными тракторами на небольшую глубину – 15-25 см, тогда как по технологии требуется не менее чем 35-40 см. Такая многолетняя практика основной обработки орошаемых земель обусловила резкую дифференциацию почвенного профиля на различные по сложению почвенные горизонты – менее плотный пахотный горизонт (объемный вес 1,15-1,30 г/см<sup>3</sup>) и очень плотный подпахотный горизонт (объемный вес 1,6-1,8 г/см<sup>3</sup>), который обладает низкой порозностью, аэрацией и фильтрационными характеристиками (коэффициент фильтрации < 0,01 м/сутки). Этот горизонт не только уменьшает впитывание влаги и ее прохождение в нижние горизонты почвы, но и затрудняет поступление в верхние, что в целом, существенно снижает эффективность как вегетационных, так и промывных поливов. Кроме того, этот горизонт является трудно проницаемым для корневых систем возделываемых культур [12].

Исследованиями американских ученых было установлено, что применение внекорневой подкормки хлопчатника азотом во время вегетации также считается важным технологическим решением для удовлетворения потребности растений в азотном питании [13].

В работах российских ученых при однократном применении азота увеличивалась высота растений хлопчатника, число листьев, ростовых веток и расстояние до первой плодовой ветви, а при частом внесении удобрений морфологические показатели были хуже, чем

при одноразовом. [14].

Азот ускоряет рост и увеличивает количество основных узлов стебля и плодоношение на боковых ветвях и усиливает фотосинтетическую активность листьев, что отражается на фор-мировании коробочек, обеспечивающих высокий урожай. Недостаточное азот-ное питание в начале вегетативного роста может отрицательно сказаться на урожайности и качестве хлопко-воло-на, а избыточное питание азотом на более поздних репродуктивных стадиях может затянуть процесс созревания растений. Фосфор играет важную роль в процессах передачи энергии клеток растений и необходим для нормального роста и развития. Как недостаточное, так и чрезмерное фосфорное питание приводит к формированию меньшего урожая хлопко-сырца и худшего качес-тва. Растения, накопившие калий в лиственной массе в первой половине вегетации, могут избежать его дефици-та в период плодообразования и созрева-ния. Во время фазы наполнения коро-бочки и удлинения волокна растение хлопчатника очень чувствительно к не-благоприятным условиям окружающей среды. Низкая доступность воды, экстремальные температуры и дефицит питательных веществ, особенно калия, могут уменьшить конечную длину волокна [15].

Целью настоящих исследований явилось моделирование зависимости фотосинтетических показателей, про-дуктивности хлопчатника и качества хлопко-воло-на от применения мине-ральных удобрений на сероземе свет-лом разной степеней засоления в Тур-

кестанской области.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для закладки полевых опытов под хлопчатник на сероземных почвах сла-бой и средней степени засоленности были выбраны производственные участ-ки на землях крестьянского хозяйства «Сабыр», п. Атакент Мактааральского района Туркестанской области. Мак-тааральский район является самым юж-ным районом республики с континен-тальным климатом.

По данным метеорологической станции ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства» в период за январь-сен-тябрь 2022 года в среднем температура воздуха составляла 16,7<sup>0</sup>С, осадков выпало 178,8 мм, что на 27,4 мм меньше многолетних данных (рисунок 1).

Осадки в основном распределе-лись равномерно в первые четыре месяца (32-47,8 мм в месяц), в мае выпало 15,2 мм, а в остальные четыре месяца осадков не было. Весна (март-апрель) 2022 года характеризовалась следующими температурными особен-ностями: в марте средняя температура воздуха была выше на 1,6<sup>0</sup>С, а в апреле ниже на 0,8<sup>0</sup>С по сравнению с много-летним показателем. В мае температура была выше среднемноголетних норм на 2,2<sup>0</sup>С. В июне, в июле среднесуточная температура воздуха была в пределах среднемноголетних норм - 26,0 и 28,0<sup>0</sup>С соответственно, хотя дневная темпера-тура доходила от 44,5-48,5<sup>0</sup>С. Отсут-ствие осадков в летний период огра-ничивало распространение заболева-ний растений и благоприятно сказалось на формирование генеративных орга-нов хлопчатника.

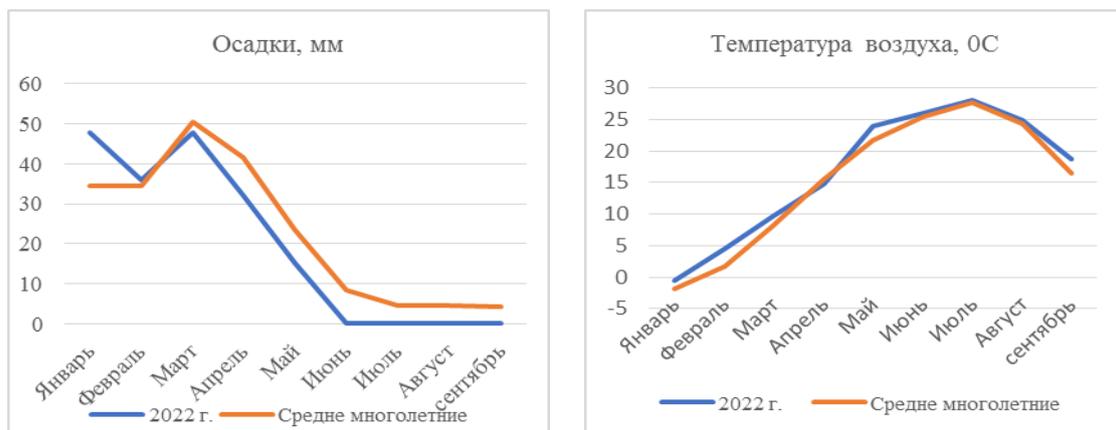


Рисунок 1 – Метеорологические показатели по данным метеорологической станции ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства»

Почва опытного участка представлена светлым сероземом, по механическому составу среднесуглинистая. К характерным особенностям данных почв следует отнести очень низкое содержание общего гумуса и высокую их карбонатность. Почвы отличаются хорошей микроструктурой, водопроницаемостью, порозностью и сравнительно небольшой связностью, средней подвижностью воды и питательных веществ. Содержание гумуса в верхнем полуметровом слое колеблется в пределах 0,63-0,78 %. Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном и подпахотном слоях почвы сильно варьирует в пределах 39,2-61,6 мг/кг.

В результате ежегодного одностороннего применения фосфорных удобрений, почвы значительно обогащены подвижным фосфором, которое характеризуется как высокое - в пахотном и подпахотном горизонтах его содержание составляет 70-78 мг/кг. Запасы обменного калия в данных почвах колеблются в пределах 280-380 мг/кг (таблица 1). Результаты анализа водной вытяжки почвенных проб показали, что выбранные участки по солевой деградации позволяют отнести их к слабо- и среднесоленным с содержанием суммы солей 0,140-0,150 и 0,450-510 %, соответственно.

Таблица 1 – Агрохимические показатели участков под хлопчатником, Атакент, весна 2022 г.

Глубина образца, см	Гумус, %	Физическая глина (0,01-0,001 мм), %	Подвижные формы, мг/кг			Валовые формы, %			pH	Сумма солей, %
			азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий		
Слабозасоленный фон										
0-25	0,78	35,7	61,6	78,0	350,0	0,10	0,32	2,38	8,8	0,140
25-50	0,70	30,9	47,6	70,0	280,0	0,07	0,30	2,38	8,8	0,150
Среднесоленный фон										
0-25	0,78	26,4	53,2	78,0	380,0	0,06	0,34	2,38	8,5	0,450
25-50	0,63	34,9	39,2	75,0	360,0	0,07	0,23	2,38	8,6	0,510

Следует отметить, что глубина залегания грунтовых вод за вегетационный период сильно меняется. В весенние месяцы данный показатель поднимается до метровой глубины, в то время как в зимние месяцы опускается до 3,0-3,5 м. Такая динамика обуславливается применением промывочных поливов, количеством выпадающих осадков, а также особенностями проведения вегетационных поливов.

Перед закладкой опыта проведены отборы почвенных проб и выполнены агрохимические анализы на содержание основных элементов питания и солей в пахотном горизонте. Анализы почвенных образцов выполнены в аналитической лаборатории КазНИИПиА им. У.У. Успанова на основе общепринятых методов и стандартов.

Схема полевых опытов под хлопчатником на обоих фонах засоленности включала 9 вариантов с различными дозами и соотношениями удобрений:

1. Контроль (без удобрений);
2. N100P100; 3. N100K80; 4. P100K80;
5. N100P100K80; 6. N50P100K80;
7. N150P100K80; 8. N100P150K80;
9. N100P100K120.

В качестве удобрений использовали аммиачную селитру (34 %), двойной суперфосфат (45 %) и сульфат калия (51 %), которые вносили в один прием перед посевом культуры под глубокую культивацию. На опытах использован сорт отечественной селекции «М-5027», посев произведен 2 мая сеялкой рядовым способом с междурядьем 90 см при средней густоте стояния растений 110-120 тыс. растений на 1 га. Площадь учетной делянки - 54 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная.

В основные фазы роста и развития растений хлопчатника проведены биометрические исследования и отборы растительных образцов для изучения фотосинтетических показателей в зави-

симости от различных доз и соотношения удобрений на 2-х фонах засоленности.

Накопление сухой биомассы, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, а также фотосинтетическая продуктивность растений хлопчатника определены по формуле А.А. Ничипоровича и др. [16].

Для моделирования зависимостей фотосинтетических показателей хлопчатника от применяемых доз минеральных удобрений и степени засоления почвы, данные были проанализированы на регрессионную связь, учитывающую их действие и взаимодействие [17].

Экспериментальные данные были подвергнуты математической обработке с использованием программного приложения Excel, предусматривающей последовательную оценку и исключение незначимых членов регрессии, при уровне значимости  $P > 0,05$ . Согласованность теоретических и фактических данных оценивалась с использованием коэффициента детерминации ( $R^2$ ).

Действия и взаимодействия изучаемых факторов были представлены половинной моделью в виде уравнения регрессии:

$$Y = a_0 + a_1N^{0,5} + a_2N + a_3P^{0,5} + a_4P + a_5K^{0,5} + a_6K + a_7S^{0,5} + a_8S + a_9(NP)^{0,5} + a_{10}(NK)^{0,5} + a_{11}(NS)^{0,5} + a_{12}(PK)^{0,5} + a_{13}(PS)^{0,5} + a_{14}(KS)^{0,5}; \quad (1)$$

где:

Y – результирующий (зависимый) фактор;

$a_0$  – свободный член, отражающий величину результирующего фактора без внесения минеральных удобрений;  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  – регрессионные коэффициенты, отражающие действие и взаимодействие факторов;

N, P, K и S – изучаемые в опыте независимые факторы (N – азотные удобрения, P – фосфорные удобрения,

К – калийные удобрения, S – сумма солей).

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В опытах с различными дозами удобрений, проведенных с культурой хлопчатника на сероземных почвах Южного Казахстана, получены сравнительные результаты по фотосинтетическим, продуктивным показателям хлопчатника и качеству хлопко-волокна, позволяющие судить о различной эффективности применения минеральных удобрений на почвах разной степени засоленности. Изучение биометри-

ческих показателей растений хлопчатника показало (таблица 2), что площадь листьев (ПЛ) адекватно изменялись с изменением условий минерального питания. Относительно большую листовую поверхность растения хлопчатника наращивали к фазе плодообразования - на слабозасоленном фоне от 14,7 тыс.м<sup>2</sup>/га (Контроль) до 36,3 тыс. м<sup>2</sup>/га (N100P100K120), а на средnezасоленном фоне – от 7,9 тыс. м<sup>2</sup>/га (Контроль) до 25,7 тыс. м<sup>2</sup>/га (N100P100K120) (рисунок 2).

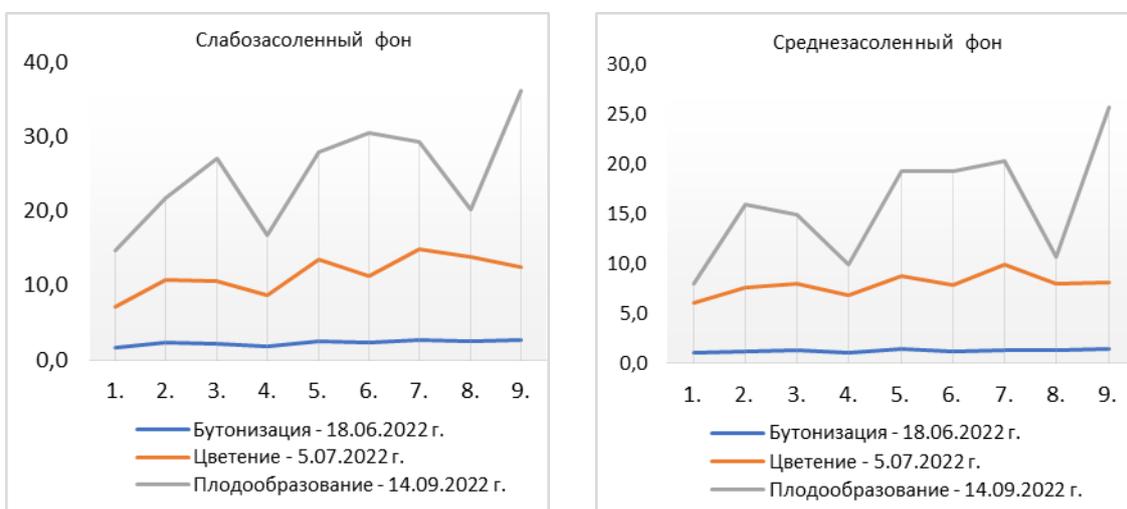


Рисунок 2 - Динамика площади листьев хлопчатника (тыс. м<sup>2</sup>/га) в зависимости от удобрений на сероземах разной засоленности.

Варианты удобрений:

1. Контроль; 2. N100P100; 3. N100K80; 4. P100K80; 5. N100P100K80;
6. N50P100K80; 7. N150P100K80; 8. N100P150K80; 9. N100P100K120

Действие и взаимодействие удобрений и суммы солей в почве на площадь листьев в различные фазы хлопчатника хорошо описывается нижеприведенными регрессионными уравнениями:

N - дозы азота, кг д.в./га, P - дозы фосфора, кг д.в./га, K - дозы калия, кг д.в./га, S - сумма солей в почве, %.

ПЛ в фазе бутонизации (У), тыс. м<sup>2</sup>/га:

$$Y = 1,8045 - 1,738S - 0,876N^{0,5} + 32,341P^{0,5} - 35K^{0,5} - 3,129(NP)^{0,5} + 3,6122(NK)^{0,5} - 0,163(NS)^{0,5} - 0,111(PK)^{0,5} - 0,074$$

$$(PS)^{0,5}; R^2=0,958 \quad (2)$$

ПЛ в фазе цветения (У), тыс. м<sup>2</sup>/га:

$$Y = 6,5805 + 0,0243N - 5,341N^{0,5} + 184,56P^{0,5} - 0,046K - 199,1K^{0,5} - 17,84(NP)^{0,5} + 20,601(NK)^{0,5} - 0,814(NS)^{0,5} - 0,629(PK)^{0,5} - 0,674(PS)^{0,5}; R^2=0,957 \quad (3)$$

ПЛ в фазе плодообразования (У), тыс. м<sup>2</sup>/га:

$$Y = 18,209 - 0,122N - 8,87N^{0,5} + 297,57P^{0,5} + 0,2135K - 318,1K^{0,5} - 0,376P - 23,4S - 28,33(NP)^{0,5} + 32,935(NK)^{0,5} - 1,168(PK)^{0,5} + 0,7266(PS)^{0,5} - 1,585(KS)^{0,5}; R^2=0,972 \quad (4)$$

Действие и взаимодействие удобрений и суммы солей в почве на формирование листьев в различные фазы хлопчатника достаточно точно ( $R^2=0,957-0,972$ ) описывается регрессионными моделями. При этом эффект одинарного действия азотных и калийных удобрений был отрицательным, а фосфорных удобрений – положительным. Во взаимодействии азота с фосфором и солью, а также фосфора с калием и солью оказали отрицательный эффект на размеры листовой площади хлопчатника. Соль же почвы как самостоятельно, так и во взаимодействии с азотом, фосфором и калием оказала отрицательное влияние на размеры листовой площади.

Размеры сухой биомассы хлопчатника (СБ) в фазе бутонизации на слабозасоленном фоне в зависимости от условий минерального питания составляли от 0,264 (Контроль) до 0,499 т/га (N150P100K80), в то время как на средnezасоленном фоне они варьировали от 0,182 (Контроль) до 0,308 т/га (N150P100K80).

В фазе плодообразования накопленная сухая биомасса на слабозасоленном фоне достигала в зависимости от удобрений от 8,638 (Контроль) до 20,119 т/га (N150P100K80), а на средnezасоленном фоне - от 6,166 до 14,063 т/га, соответственно на тех же вариантах.

Эффект влияния удобрений и суммы солей в почве на накопление сухой биомассы хлопчатника в различные фазы вегетации адекватно описывается следующими регрессионными моделями:

СБ в фазе бутонизации (У), т/га:

$$Y = 0,2935 + 0,0011N - 0,214N^{0,5} - 0,002P + 7,1822P^{0,5} + 0,0012K - 7,768K^{0,5} - 0,693(NP)^{0,5} + 0,8001(NK)^{0,5} - 0,019(NS)^{0,5} - 0,024(PK)^{0,5} - 0,011(PS)^{0,5}; R^2=0,954 \quad (5)$$

СБ в фазе цветения (У), т/га:

$$Y = 1,3694 + 0,0043N - 1,289N^{0,5} - 0,008P + 44,286P^{0,5} - 0,017K - 47,63K^{0,5} - 4,279(NP)^{0,5} + 4,9434(NK)^{0,5} - 0,197(NS)^{0,5} - 0,155(PK)^{0,5} - 0,112(KS)^{0,5}; R^2=0,960 \quad (6)$$

СБ в фазе плодообразования (У), т/га:

$$Y = 9,3105 - 10,76N^{0,5} - 0,159P + 338,99P^{0,5} - 0,043K - 363,9K^{0,5} - 6,47S - 32,6(NP)^{0,5} + 37,722(NK)^{0,5} - 1,206(PK)^{0,5} - 0,581(PS)^{0,5} - 0,698(KS)^{0,5}; R^2=0,972 \quad (7)$$

Динамика накопления биомассы хлопчатника также подчинялась действиям и взаимодействиям изучаемых факторов. С ростом доз азотного и калийного удобрений снижались темпы накопления биомассы, а фосфор способствовал ее росту. В период вегетации двойные сочетания всех изучаемых факторов, за исключением азота с калием имели отрицательное влияние на динамику накопления биомассы хлопчатника.

Показателем эффективной работы листового аппарата растений является сухая биомасса, произведенная на единицу листовой площади за определенный отрезок времени, которая выражается как чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). В наших опытах ЧПФ также изменялась значительно в течение вегетации – наиболее продуктивно листовой аппарат растений хлопчатника работал в период между бутонизацией и цветением. При этом на слабозасоленном фоне она варьировала от 19,5 (Контроль) до 22,8 г/м<sup>2</sup> в сутки (N100K80), а на средnezасоленном фоне - от 21,6 (Контроль и N100P100K120) до 23,3 г/м<sup>2</sup> в сутки (N100P80). К концу вегетации (плодообразование) отмечалось некоторое снижение ЧПФ - 10,7-13,2 г/м<sup>2</sup> в сутки на слабозасоленном фоне и 10,6-13,7 г/м<sup>2</sup> в сутки на средnezасоленном фоне (рисунок 3).

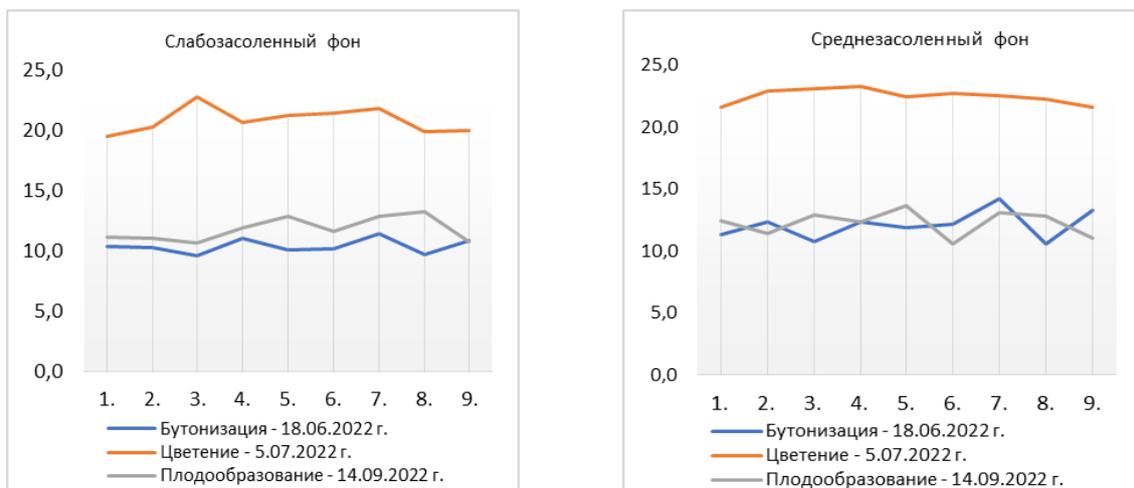


Рисунок 3 - Динамика чистой продуктивности фотосинтеза хлопчатника (г/м<sup>2</sup> в сутки) в зависимости от удобрений на сероземах разной засоленности. Варианты удобрений:

1. Контроль; 2. N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>; 3. N<sub>100</sub>K<sub>80</sub>; 4. P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>; 5. N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>;
6. N<sub>50</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>; 7. N<sub>150</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>; 8. N<sub>100</sub>P<sub>150</sub>K<sub>80</sub>; 9. N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>120</sub>

Изменения ЧПФ растений хлопчатника в изученные периоды роста и развития на 71-81 % обуславливались действием и взаимодействием минеральных удобрений и суммы солей в почве.

ЧПФ в фазе бутонизации (У), г/м<sup>2</sup> в сутки:

$$U = 9,204 + 0,038N - 2,821N^{0,5} - 0,067P + 92,591P^{0,5} - 100,07K^{0,5} + 5,728S - 8,944(NP)^{0,5} + 10,272(NK)^{0,5} - 0,261(PK)^{0,5};$$

$$R^2=0,813; \quad (8)$$

ЧПФ в фазе цветения (У), г/м<sup>2</sup> в сутки:

$$U = 18,484 - 0,028P + 12,199P^{0,5} - 0,062K - 12,263K^{0,5} + 7,132S - 1,187(NP)^{0,5} + 1,349(NK)^{0,5} - 0,364(NS)^{0,5} - 0,042(PK)^{0,5} + 0,465(PS)^{0,5} - 0,377(KS)^{0,5};$$

$$R^2=0,806; \quad (9)$$

ЧПФ в фазе плодообразования (У), г/м<sup>2</sup> в сутки:

$$U = 10,097 + 0,029N - 3,897N^{0,5} + 116,32P^{0,5} - 0,088K - 125,05K^{0,5} + 5,772S - 11,249(NP)^{0,5} + 12,986(NK)^{0,5} - 0,388(PK)^{0,5} - 0,541(PS)^{0,5}; R^2=0,709. \quad (10)$$

Как видно из представленных уравнений (8-10), эффекты действия и

взаимодействия изучаемых видов удобрений и уровня содержания солей в почве на продуктивность фотосинтеза хлопчатника по фазам вегетации имеют также сложный характер. При этом отмечены те же закономерности действия и взаимодействия изучаемых факторов, что было характерно для динамики накопления биомассы растений хлопчатника.

Изучение результатов применения удобрений в конечном итоге позволило выявить некоторые закономерности в формировании урожайности хлопчатника (таблица 2). В опытах на фоне слабой засоленности почв наибольшую прибавку урожая хлопка-сырца обеспечил вариант 7, где применили сочетание тройной дозы азота с двойными дозами фосфора и калия (N<sub>150</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>), что позволило получить 6,49 т/га хлопка-сырца. Следующим по высоте урожая оказался вариант 9, где сочетали двойные дозы азотных и фосфорных удобрений с тройной дозой калия (N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>120</sub>) – 6,14 т/га.

На слабозасоленном фоне от азотных удобрений прибавка урожая хлопка-сырца изменялась от 14,1 % в варианте 6 с его одинарной дозой (N50P100K80) до 18,3 и 28,8 % в вариантах 5 и 7 с двойной (N100P100K80) и тройной (N150P100K80) дозами на фоне средних доз фосфора и калия. Применение фосфорных удобрений на фоне двойных доз азота и калия не дало положительного эффекта – было отмечена некоторая тенденция к снижению

урожая - 0,7-0,8 %, что подтверждает неэффективность фосфорных удобрений на высоко обеспеченных фосфором почвах.

Реакция растений хлопчатника на применение двойной и тройной дозы калия на фоне двойной дозы азота и фосфора (N100P100K80 и N100P100K120) была также заметной, прибавки составили соответственно, 8,6 и 12,0 % соответственно.

Таблица 2 – Валовая урожайность хлопчатника на разных фонах засоленности в зависимости от удобрений

Варианты удобрения	Валовый урожай, т/га	Прибавка урожая, %				Снижение валового урожая, %
		к контролю, %	от азота, %	от фосфора, %	от калия, %	
Слабозасоленный фон						
1. Контроль	5,29	0,0	-	-	-	
2. N100P100	5,49	3,8	-	-	0,0	
3. N100K80	6,00	13,5	-	0,0	-	-
4. P100K80	5,04	-4,7	0,0	-	-	-
5. N100P100K80	5,96	12,7	18,3	-0,7	8,6	-
6. N50P100K80	5,75	8,8	14,1	-	-	-
7. N150P100K80	6,49	22,8	28,8	-	-	-
8. N100P150K80	5,95	12,6	-	-0,8	-	-
9. N100P100K120	6,14	16,2	-	-	12,0	-
В среднем по опыту	5,78	9,33	15,31	-0,48	6,86	-
НСР <sub>05</sub>	0,77					
Среднезасоленный фон						
1. Контроль	3,40	0,0	-	-	-	35,7
2. N100P100	4,83	42,0	-	-	0,0	12,0
3. N100K80	4,80	41,2	-	0,0	-	20,0
4. P100K80	3,87	13,8	0,0	-	-	23,3
5. N100P100K80	5,14	51,2	32,9	7,0	6,4	13,8
6. N50P100K80	4,64	36,5	20,0	-	-	19,3
7. N150P100K80	5,41	59,1	39,8	-	-	16,7
8. N100P150K80	4,72	39,0	-	-1,6	-	20,6
9. N100P100K120	5,30	55,8	-	-	9,7	13,8
В среднем по опыту	4,66	37,12	23,17	1,82	5,4	19,5
НСР <sub>05</sub>	0,54					

Изучение удобрений на среднезасоленном фоне позволило увидеть такую же картину по азоту – растущие дозы азота обеспечили рост прибавки урожая на 20,0; 32,9 и 39,8 %, но рост прибавки продукции от фосфора был замечен только при его двойной дозе, а дальнейшее увеличение дозы снизил ее на 1,6 %. Прибавка от удвоенных и утроенных доз калийных удобрений была незначительной, 6,4 и 9,7 % соответственно. В среднем продуктивность хлопчатника на средnezасоленном фоне была на 19,5 % ниже, чем на слабозасоленном.

По влиянию минеральных удобрений на валовую продуктивность хлопчатника после обработок и поэтапных исключения незначимых факторов ( $P > 0,05$ ) было получено уравнение, достаточно точно отражающее уровень валовой урожайности хлопчатника (11).

$$Y = 5,7723 - 0,7323N^{0,5} - 0,0115P + 21,79P_{0,5} - 23,44K^{0,5} - 4,847S - 2,0952(NP)^{0,5} + 2,4277(NK)^{0,5} + 0,1705(NS)^{0,5} - 0,0787(PK)^{0,5}; R^2=0,861 \quad (11)$$

Как видно из уравнения 11, валовый урожай хлопчатника на 86 % обуславливается суммарным влиянием азотного, фосфорного и калийного удобрений и степени засоленности почвы.

Хлопковое волокно хлопчатника, обладающее множеством текстильных и прядильных качеств, требует постоянного улучшения и поиска новых путей по совершенствованию существующей технологии и разработке новых подходов к технологии возделывания культуры.

Исследованиями американских ученых установлено, что при изучении многочисленных линий американского хлопчатника не было отмечено корреляции между урожаем хлопка-сырца и всеми качественными свойствами волокна. Однако, по мнению исследователей других стран, урожай хлопка-сырца положительно и значительно

связан с микронейром и удельной разрывной нагрузкой. При этом изучение корреляционных связей между качественными признаками позволило выявить, что основная длина волокна положительно связана с микронейром ( $r = 0,33$ ) и отрицательно - с удельной разрывной нагрузкой ( $r = -0,31$ ). Наличие таких противоречивых результатов указывает на необходимость изучения зависимостей между применяемыми факторами и качеством волокна возделываемой культуры.

В своих экспериментах нами были изучены такие показатели качества хлопка-волокна, как, показание прибора в мм водного столба, разрывная нагрузка волокна, номер метрический номер волокна, ТМТЕКС, коэффициент зрелости волокна, разрывная длина волокна и микронейр. Определения проводились в опытной станции хлопководства и бахчеводства, (с. Атакент) по существующим стандартам на автоматическом приборе для определения показателя микронейр (ТВ310С Automatic Micronaire Meter) [18, 19].

Средние пробы хлопка-сырца, собранные с каждого варианта удобрений на двух фонах засоления были подвержены анализу на автоматическом микронейр метре. Как показал корреляционный анализ (рисунок 3), между калийным питанием и показателями качества волокна существует достаточно высокая зависимость ( $r = 0,38-0,62$ ). При этом с улучшением калийного питания ухудшились такие показатели, как показание прибора водного столба ( $r = -0,60$ ), метрический номер волокна ( $r = -0,60$ ) и микронейр ( $r = -0,38$ ). А такие показания, как разрывная нагрузка волокна ( $r = 0,61$ ), ТМТЕКС ( $r = 0,59$ ), коэффициент зрелости волокна ( $r = 0,48$ ) и разрывная длина волокна ( $r = 0,62$ ), наоборот адекватно улучшились с увеличением доз калия. Изменения показателей

качества волокна в основном имели 0,61), за исключением показания достаточно крепкую связь с суммой микронейр (r = 0,37). солей в пахотном слое почвы (r = 0,51-

	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7	Tr8	Tr9	Tr10	Tr11	Tr12	Tr13
Tr1	1,00												
Tr2	0,15	1,00											
Tr3	0,10	0,30	1,00										
Tr4	0,63	0,73	0,66	1,00									
Tr5	0,08	0,05	-0,08	0,03	1,00								
Tr6	0,49	0,15	0,50	0,55	-0,65	1,00							
Tr7	-0,14	-0,01	-0,60	-0,35	0,52	-0,71	1,00						
Tr8	0,13	0,03	0,61	0,36	-0,51	0,68	-0,99	1,00					
Tr9	-0,13	0,00	-0,60	-0,34	0,53	-0,71	1,00	-0,99	1,00				
Tr10	0,13	-0,02	0,59	0,33	-0,53	0,70	-1,00	0,99	-1,00	1,00			
Tr11	0,23	0,12	0,48	0,40	-0,61	0,75	-0,94	0,93	-0,94	0,93	1,00		
Tr12	0,12	0,05	0,62	0,37	-0,47	0,62	-0,95	0,98	-0,94	0,95	0,89	1,00	
Tr13	-0,14	-0,16	-0,38	-0,33	0,37	-0,51	0,79	-0,77	0,79	-0,79	-0,76	-0,69	1,00

Рисунок 3 - Корреляционная матрица парных зависимостей качественных показателей хлопка-волокна от изучаемых факторов (Tr1- N, Tr2- P, Tr3- K, Tr4- NPK, Tr5- Сумма солей, %, Tr6- Валовый урожай, т/га, Tr7- Показания прибора в мм водного столба, Tr8- Разрывная нагрузка волокна, в г.с., Tr9- Номер метрический волокна, Tr10- ТМТЕКС, Tr11- Коэффициент зрелости волокна, Tr12- Разрывная длина волокна, в км, Tr13- Микронейр)

С целью выявления регрессионных зависимостей между дозами удобрений, степенью засоления почвы, с одной стороны и показателями качества волокна хлопка-сырца, с другой, нами была выполнена серия математических обработок с получением регрессионных уравнений.

Для ТМТЕКС, г:  

$$Y = 184,3 - 0,1295N + 1,2925N^{0,5} - 0,0665P - 26,722S + 0,0616(NP)^{0,5} + 1,6115(KS)^{0,5}; R^2=0,752 \quad (12)$$

Для коэффициента зрелости волокна, тонина:  

$$Y = 2,0193 - 0,0006N - 0,002P + 0,025K^{0,5} - 0,2257S + 0,0037NP^{0,5} - 0,0025NK^{0,5} - 0,0228PS^{0,5} + 0,0206KS^{0,5}; R^2=0,763 \quad (13)$$

Для разрывной длины волокна, км:  

$$Y = 24,736 - 0,0182N + 0,153N^{0,5} - 0,013K + 0,242K^{0,5} + 0,01NP^{0,5} - 0,203PS^{0,5};$$

$$R^2=0,778 \quad (14)$$

Для разрывной нагрузки волокна, г/с.:

$$Y = 4,545 - 0,007N + 0,06N^{0,5} - 0,004P - 0,005K + 0,095K^{0,5} + 0,004NP^{0,5} - 0,677S; R^2=0,758 \quad (15)$$

Для показания прибора водного столба, мм:  

$$Y = 223,4 + 0,363N - 3,632N^{0,5} + 0,303P - 3,499K^{0,5} + 55,005S - 0,472NP^{0,5} + 0,338NK^{0,5} + 3,155PS^{0,5} - 0,828KS^{0,5}; R^2=0,763 \quad (16)$$

Для метрического номера волокна, м:  

$$Y = 5515,6 + 3,832N - 38,84N^{0,5} + 3,261P - 34,85K^{0,5} + 628,64S - 5,002NP^{0,5} + 3,662NK^{0,5} + 32,844PS^{0,5} - 55,979KS^{0,5}; R^2=0,772 \quad (17)$$

Для микронейр, мк:  

$$Y = 5,158 - 0,0771N^{0,5} + 0,1242NS^{0,5} - 0,0456KS^{0,5}; R^2=0,347 \quad (18)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Действие и взаимодействие удобрений и суммы солей в почве на формирование листьев в различные фазы развития хлопчатника достаточно точно ( $R^2=0,957-0,972$ ) описываются регрессионными уравнениями. При этом эффект одинарного действия азотных и калийных удобрений был отрицательным, а фосфорных удобрений – положительным. Во взаимодействии азот с фосфором и солью, а также фосфор с калием и солью оказали отрицательный эффект на размеры листовой площади хлопчатника. Соль же почвы как самостоятельно, так и во взаимодействии с азотом, фосфором и калием оказала отрицательное влияние на размеры листовой площади.

С увеличением доз азотного и калийного удобрений снижались темпы накопления биомассы, а фосфор способствовал ее увеличению. В период вегетации двойные сочетания всех изучаемых факторов, за исключением азота с калием имели отрицательное влияние на динамику накопления биомассы хлопчатника. Продуктивность фотосинтеза хлопчатника по фазам вегетации хорошо отражала эффекты действия и взаимодействия удобрений и уровня содержания солей в почве. При этом отмечены те же закономерности дей-

ствия и взаимодействия изучаемых факторов, что было характерно для динамики накопления биомассы растений хлопчатника.

Валовый урожай хлопчатника на 86 % обуславливается сложным суммарным влиянием азотного, фосфорного и калийного удобрения и степени засоленности почвы. При этом одностороннее действие азотных и калийных удобрений и засоленности почвы на урожай хлопчатника было отрицательным, а фосфорного удобрения – положительным. Азот во взаимодействии с калийным удобрением и засоленностью способствовал росту урожайности, а с фосфором - ее снижению. Фосфорное удобрение в сочетании с калийным снижал выход хлопка-сырца.

Корреляционный анализ между калийным питанием и показателями качества волокна существует достаточно высокая зависимость ( $r = 0,38-0,62$ ). При этом с улучшением калийного питания ухудшились показания прибора водного столба ( $r = -0,60$ ), метрический номер волокна ( $r = -0,60$ ). А разрывная нагрузка волокна ( $r = 0,61$ ), ТМТЕКС ( $r = 0,59$ ), коэффициент зрелости волокна ( $r = 0,48$ ) и разрывная длина волокна ( $r = 0,62$ ), наоборот улучшились с увеличением доз калия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова А.Б., Акперов З.И., Мамедова Р.Б., Гусейнова Л.А., Абдулалиева Г.С., Мамедова З.Б. Изучение разнообразия генофонда хлопчатника (*Gossypium L.*) по хозяйственным и качественным признакам волокна// Успехи современного естествознания. – 2019. – № 11. – С. 15-19.
2. Makhmadjanov S.P., Tokhetova L.A., Daurenbek N.M., Tagaev A.M., Kostakov A.K. Cotton advanced lines assessment in the Southern Region of Kazakhstan. SABRAO J. Breed. Genet., 2023, 55(2), -С. 279-290.
3. Батькаев Ж.Я. Удобрение хлопчатника на сероземах юга Казахстана и пути их рационального использования : автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.04. - Алматы, 2000. - 47 с.
4. Батькаев Ж.Я., Шотаева М.Т. Влияние питательного и водного режима почвы на физиологические процессы хлопчатника// Почвоведение и агрохимия. – 2012. - № 2. - С. 66-70.

5. Джуманкулов, Х.Д. Оптимизация минерального питания хлопчатника: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук в форме научного доклада – Омск, 1990. – 32 с.
6. Аширбеков М. Ж., Дридигер В. К., Батькаев Ж. Я. Урожайность хлопчатника в зависимости от сроков и норм внесения фосфорных удобрений на орошаемых серозёмах Южного Казахстана// Нива Поволжья. - 2018.- № 2(47). - С. 74-60.
7. Батькаев Ж.Я., Аширбеков М.Ж., Мерзликин А.С. Влияние удобрений на плодородие почвы и урожайность хлопчатника в староорошаемой зоне Южного Казахстана// Агрохимический Вестник. – 2013. – № 2. – С. 40-41.
8. Гусейнов А.М. Влияние минеральных и органоминеральных систем удобрения на фотосинтез, радиационный режим и транспирацию хлопчатника// Плодородие. – 2017. – № 3 (96). – С. 10-13.
9. Мадраимов У. Пути улучшения качество волокна. – Ташкент: УзНИИХ, 1996. – 43 с.
10. Умбетаев И. Научные основы технологии возделывания новых сортов хлопчатника на мелиорируемых почвах юга Казахстана: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. – Алматы, 2004. – 48 с.
11. Сейидалиев Н.Я. Влияние норм удобрений и режима орошения на хозяйственно-биологические показатели хлопчатника// Аграрная наука. – 2010. – № 5. – С. 16-17.
12. Раисов Б.О., Тастанбекова Г.Р., Мурзабаев Б.А., Туткышбай И.А. Пути улучшения водного и солевого режима почв Южно-казахстанской области// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 10. – С. 107-112.
13. Thomas I. Gerik, Derrick M. Oosterhuis, H. Allen Torbert. Managing Cotton Nitrogen Supply// Advances in Agronomy. – 1998. - № 64. - P. 115-147.
14. Токарева Н.Д., Дедова Ю.И., Шахмедов И.Ш. Определение оптимальных норм внесения минеральных удобрений под хлопчатник// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 49-51.
15. Токарева Н.Д. Эффективность удобрений при выращивании хлопчатника в Астраханской области// Земледелие. – 2013. - №7. – С. 22-24.
16. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е, Чмора С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожая). - М.: АН СССР. 1961. - 133 с.
17. Перегудов В.Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математические обработки их результатов / В.Н. Перегудов. - М.: Колос, 1978. - 181 с.
18. СТ РК 1594-2006 - Государственный Стандарт Республики Казахстан. Хлопок-сырец. Методы определения сорта. Издание официальное. Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан. Астана, 2006. – 22 с.
19. Государственный стандарт Союза ССР. Волокно хлопковое. Ускоренные методы определения сорта и линейной плотности. ГОСТ 3274.2 -72 (ИСО2403-72).

## REFERENCES

1. Nazarova A.B., Akperov Z.I., Mamedova R.B., Guseynova L.A., Abdulaliyeva G.S., Mamedova Z.B. Izucheniye raznoobraziya genofonda khlopchatnika (*Gossypium L.*) po khozyaystvennym i kachestvennym priznakam volokna// Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. – 2019. – № 11. – S. 15-19.
2. Makhmadjanov S.P., Tokhetova L.A., Daurenbek N.M., Tagaev A.M., Kostakov A.K. Cotton advanced lines assessment in the Southern Region of Kazakhstan. SABRAO J. Breed. Genet., 2023, 55(2), - P. 279-290.
3. Bat'kayev, Zhan Yakubovich. Udobreniye khlopchatnika na serozemakh yuga Kazakhstana i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya : avtoreferat dis. ... doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk : 06.01.04. - Almaty, 2000. - 47 s.
4. Bat'kayev ZH.YA., Shotayeva M.T. Vliyaniye pitatel'nogo i vodnogo rezhima pochvy na fiziologicheskiye protsessy khlopchatnika// Pochvovedeniye i agrokhimiya. – 2012. - № 2. - S. 66-70.
5. Dzhumankulov, KH.D. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya khlopchatnika: avtoref. dis. ... doktora s.-kh. nauk v forme nauchnogo doklada – Omsk, 1990. – 32 s.
6. Ashirbekov M. ZH., Dridiger V. K., Bat'kayev ZH. YA. Urozhaynost' khlopchatnika v zavisimosti ot srokov i norm vneseniya fosfornykh udobreniy na oroshayemykh serozomakh Yuzhnogo Kazakhstana// Niva Povolzh'ya. - 2018.- № 2(47). - S. 74-60.
7. Bat'kayev ZH.YA., Ashirbekov M.ZH., Merzlikin A.S. Vliyaniye udobreniy na plodorodiye pochvy i urozhaynost' khlopchatnika v starooroshayemoy zone Yuzhnogo Kazakhstana// Agrokhimicheskii Vestnik. – 2013. – № 2. – S. 40-41.
8. Guseynov A.M. Vliyaniye mineral'nykh i organomineral'nykh sistem udobreniya na fotosintez, radiatsionnyy rezhim i transpiratsiyu khlopchatnika// Plodorodiye. – 2017. – № 3 (96). – S. 10-13.
9. Madraimov U. Puti uluchsheniya kachestvo volokna. – Tashkent: UzNIKH, 1996. – 43 s.
10. Umbetayev, I. Nauchnyye osnovy tekhnologii vzdelyvaniya novykh sortov khlopchatnika na melioriruyemykh pochvakh yuga Kazakhstana: avtoref. dis. ... doktora s. - kh. nauk. – Almaty, 2004. – 48 s.
11. Seyidaliyev N.YA. Vliyaniye norm udobreniy i rezhima orosheniya na khozyaystvenno-biologicheskiye pokazateli khlopchatnika// Agrarnaya nauka. – 2010. – № 5. – S. 16-17.
12. Raisov B.O., Tastanbekova G.R., Murzabayev B.A., Tutkyshbay I.A. Puti uluchsheniya vodnogo i solevogo rezhima pochv Yuzhno-kazakhstanskoy oblasti// Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. – 2016. – № 10. – S. 107-112.
13. Thomas I. Gerik, Derrick M. Oosterhuis, H. Allen Torbert. Managing Cotton Nitrogen Supply// Advances in Agronomy. – 1998. - № 64. - P. 115-147.
14. Tokareva N.D., Dedova YU.I., Shakhmedov I.SH. Opredeleniye optimal'nykh norm vneseniya mineral'nykh udobreniy pod khlopchatnik// Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. – 2012. – № 5. – S. 49-51.
15. Tokareva N.D. Effektivnost' udobreniy pri vyrashchivaniy khlopchatnika v Astrakhanskoy oblasti// Zemledeliye. – 2013. - №7. – S. 22-24.
16. Nichiporovich A.A., Stroganova J.I.E, Chmora S.N. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rasteniy v posevakh (metody i zadachi ucheta v svyazi s formirovaniyem urozhayev). - M.: AN SSSR. 1961. - 133 s.
17. Peregudov V.N. Planirovaniye mnogofaktornykh polevykh opytov s

udobreniyami i matematicheskiye obrabotki ikh rezul'tatov / V.N. Peregudov. - M.: Kolos, 1978. - 181 s.

18. ST RK 1594-2006 - Gosudarstvennyy Standart Respubliki Kazakhstan. Khlopok-syrets. Metody opredeleniya sorta. Izdaniye ofitsial'noye. Komitet po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii Ministerstva industrii i torgovli Respubliki Kazakhstan. Astana, 2006. – 22 s.

19 Gosudarstvennyy standart Soyuzu SSR. Volokno khlopkovoye. Uskorennyye metody opredeleniya sorta i lineynoy plotnosti. GOST 3274.2 -72.

#### ТҮЙІН

Б.М. Амиров<sup>1\*</sup>, Қ.Қ. Құлымбет<sup>1</sup>, А.Т. Сейтменбетова<sup>1</sup>, Г.А. Сапаров<sup>1</sup>,

Г.Т. Тулепбергенова<sup>1</sup>, С.П. Махмаджанов<sup>2</sup>

#### ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТҰЗДАНҒАН ТОПЫРАҚТАРЫНДА ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ МАҚТА ӨНІМДІЛІГІ МЕН МАҚТА ТАЛШЫҒЫНЫҢ САПАСЫНА ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

<sup>1</sup>Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,

\*e-mail: bak.amirov@gmail.com

<sup>2</sup>«Сабыр» шаруа қожалығы, Түркістан облысы, Мақтаарал ауылдық округы, Өркениет елді мекені, Ынтымақ көшесі, 26, Қазақстан

Қазақстандағы мақта стратегиялық маңызды дақылдардың бірі болып табылады және республиканың қиыр оңтүстігінде - Түркістан облысында өсіріледі. Климаттың құрғақтығы, суармалы судың тапшылығы және мақта егістіктерінің тұздану қаупінің күшеюі, бір жағынан, тыңайтқыштардың жеткіліксіздігі мен негізсіз пайдаланылуы, екінші жағынан, мақта өсірудегі негізгі шектеуші факторлар болып табылады. Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, Атакент ауылы, «Сабыр» шаруа қожалығының өнеркәсіптік плантацияларында 2022 жылы тұздануы әлсіз және орташа сұр топырақтарда егістік тәжірибелері жүргізілді. Топырақтың екі тұздану фонында (әлсіз және орташа) тәжірибелерде азот, фосфор және калийдің мөлшері мен қатынасы әртүрлі тыңайтқыштардың 9 бірдей нұсқасы зерттелді. Мақтаның бүршіктену, гүлдену және жеміс түзу кезеңдерінде топырақтың екі тұздану фонында тыңайтқыштарға байланысты фотосинтетикалық және өнімділік көрсеткіштерін зерттеу үшін биометриялық зерттеулер мен өсімдік үлгілерін іріктеу жүргізілді. Мақта дамуының әртүрлі фазаларында жапырақтың түзілуіне тыңайтқыштар мен топырақтағы тұздар мөлшерінің әсері мен өзара әрекеттесуі регрессия теңдеулері арқылы жеткілікті дәл сипатталған ( $R^2 = 0,957-0,972$ ). Бұл ретте азотты және калийлі тыңайтқыштардың әсер етуінің әсері теріс, ал фосфорлы тыңайтқыштардың әсері оң болды. Вегетациялық кезеңде азот пен калийден басқа барлық зерттелген факторлардың қосарланған комбинациясы мақта биомассасының жинақталу динамикасына кері әсерін тигізді. Мақтаның жалпы өнімі 86% азот, фосфор және калий тыңайтқыштарының кешенді жиынтық әсерімен және топырақтың тұздану дәрежесімен анықталады. Сонымен қатар мақта шығымдылығына азот пен калий тыңайтқыштары мен топырақ тұздылығының біржақты әсері теріс, ал фосфор тыңайтқышының әсері оң болды. Калийдің қоректенуі мен талшық сапасының көрсеткіштері ( $r = 0,38-0,62$ ) арасында айтарлықтай жоғары корреляция байқалды. Талшық сапасының көрсеткіштерінің өзгеруі негізінен топырақтың үстіңгі қабатындағы тұздар мөлшерімен айтарлықтай күшті байланыста болды ( $r = 0,51-0,61$ ).

*Түйінді сөздер:* мақта, модельдеу, тұзданған топырақ, өнімділік, засоленная почва, урожайность, талшық.

## SUMMARY

В.М. Амиров<sup>1\*</sup>, К.К. Кулымбет<sup>1</sup>, А.Т. Сейтменбетова<sup>1</sup>, Г.А. Сапаров<sup>1</sup>,  
Г.Т. Тулепбергенова<sup>1</sup>, С.П. Махмаджанов<sup>2</sup>

MODELING THE EFFECT OF FERTILIZERS ON COTTON YIELDS AND COTTON FIBER  
QUALITY ON SALINE SOILS IN SOUTHERN KAZAKHSTAN

<sup>1</sup>*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named  
after U.U. Usпанov, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan*

*\*e-mail: bak.amirov@gmail.com*

<sup>2</sup>*Peasant farm "Sabyr", Turkestan region, Maktaaral district, Orkeniet, Kazakhstan*

Yntymak st.,26, Kazakhstan Cotton in Kazakhstan is one of the strategically important crops and is cultivated in the extreme south of the republic in the Turkestan region, in the northernmost cotton-growing zone on the globe. The aridity of the climate, the shortage of irrigation water and the growing threat of the risk of increasing saline lands in cotton plantations, on the one hand, and the insufficient and unjustified use of minerals, on the other, are the main limiting factors in cotton production. On the industrial plantations of the peasant farm "Sabyr", v. Atakent, Maktaaral district, Turkestan region, field experiments were carried out on serozems of slightly and moderately salinity in 2022. In experiments on two salinity backgrounds, 9 identical treatments of fertilizers with different doses and ratios of nitrogen, phosphorus and potassium were studied. During the phases of budding, flowering and fruit formation of cotton, biometric studies and selection of plant samples were carried out to study photosynthetic and yield indicators depending on fertilizers on 2 salinity backgrounds. The effect and interaction of fertilizers and the amount of salts in the soil on the formation of leaves in various phases of cotton development is quite accurately described ( $R^2 = 0,957-0,972$ ) by regression equations. At the same time, the effect of single action of nitrogen and potassium fertilizers was negative, and that of phosphorus fertilizers was positive. During the growing season, double combinations of all the studied factors, with the exception of nitrogen and potassium, had a negative effect on the dynamics of accumulation of cotton plant biomass. The gross cotton yield is 86% determined by the complex total influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers and the degree of soil salinity. At the same time, the unilateral effect of nitrogen and potassium fertilizers and soil salinity on cotton yield was negative, and that of phosphorus fertilizer was positive. There is a high correlation between potassium nutrition and fiber quality indicators ( $r = 0,38-0,62$ ). Changes in fiber quality indicators generally had a strong relationship with the amount of salts in the topsoil ( $r=0,51-0,61$ ).

*Key words:* cotton, modeling, saline soil, yield, fiber, quality.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Амиров Бахытбек Мустафаулы - заведующий отделом агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: bak.amirov@gmail.com

2. Құлымбет Қанат Қайратұлы - младший научный сотрудник отдела агрохимии, PhD докторант, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

3. Сейтменбетова Аксауле Тынысбековна - ведущий научный сотрудник отдела агрохимии, кандидат биологических наук, e-mail: seytmenbetova77@mail.ru

4. Сапаров Галымжан Сапарович - заведующий отделом экологии, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: saparov.g@mail.ru

5. Тулепбергенова Гульзейнет Тогатаевна - старший инженер-аналитик отдела агрохимии

6. Махмаджанов Сабир Партович - заведующий отделом трансферта и адаптации сортов сельскохозяйственных культур, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: max\_s1969@mail.ru