

УДК 633.51.631.811.1

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ХЛОПКОВОДСТВЕ ЮЖНОГО ТУРКМЕНИСТАНА

К. Мередов

Туркменский сельскохозяйственный университет, 744012, Ашхабад, 2009 (ул. Гороглы), 143, Туркменистан, E-mail: meredow kakajan@mail.ru

В основу настоящей статьи положены результаты исследований, выполненных под руководством и непосредственном участии автора в проведении полевых и производственных опытов с минеральными и органическими удобрениями, во внедрении разработанных приемов в производство. Также выявлена связь между агрохимическими свойствами почв, урожаем и эффективностью удобрений в глубине производственных условий.

ВВЕДЕНИЕ

Туркменистан в силу наиболее благоприятных природно-климатических условий и в связи с освоением обширных площадей целинных земель в зоне Каракумского канала, имеет большие перспективы дальнейшего развития производства тонковолокнистого хлопчатника с волокном первого типа. В решении вопроса повышения количества и качества урожая хлопка-сырца важную роль играет рациональное использование минеральных и органических удобрений [11, 12, 14].

С приходом Амударьинской воды на подгорную равнину Копетдага, расширилась сеть проводимых агрохимических опытов в этом регионе [4–7, 13, 16]. Важное значение имеет применение азотных, фосфорных, калийных и органических удобрений [3, 8, 9, 14, 15, 17–22]. Все эти опыты выполнены при обычной (60 см) ширине междурядий, а вопросы эффективности удобрений на широко-рядных посевах тонковолокнистого хлопчатника и при различных фосфатных уровнях почвы остались неизученными. Известно, что оптимальные дозы и соотношения удобрений определяются и с учетом ширины междурядий и естественного уровня плодородия почвы.

Эффективность удобрений в хлопководстве зависит от многих факторов, в

частности, от агротехники возделывания культуры, от форм, сроков и способов внесения удобрений, сорта растений и содержания питательных веществ в почве, от мелиоративных и погодных условий.

Исходя из этого, агрохимические опыты проводились на осваиваемых светлых сероземных и такыровидных почвах с тонковолокнистыми сортами хлопчатника. В работе изучались эффективность возрастающих доз азотных, фосфорных, калийных и органических удобрений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования были отобраны на почвах с учетом давности орошения, чтобы в сравнении выявить те изменения, которые произошли в них в процессе орошения и химизации. Агрохимические исследования проводили согласно методическим указаниям по проведению полевых и производственных опытов с удобрениями географической сети в 1976–1986 гг.

Поиск оптимальных условий корневого питания растений, регулирование их путем применения минеральных и органических удобрений, а так же навозооборотов (аналогом севооборотов) осуществляли в стационарных полевых опытах с тонковолокнистыми сортами хлопчатника, позволяющих в динамике изучать все качественные и количественные изменения, происходящие в

почве и растениях под влиянием тех или иных агроэкологических факторов.

Цель настоящей работы – установить особенности влияния различных доз и соотношений минеральных и органических удобрений на рост и развитие, на продуктивность и урожайность хлопчатника, определить влияние этих удобрений на корневое питание в зависимости от обеспеченности почв питательными элементами, установить высокоэффективные и оптимальные дозы основных минеральных удобрений, органических в сочетании с минеральными удобрениями, составить научно-обоснованные рекомендации для внедрения в производство высокоэффективных оптимальных вариантов опыта в целях получения планируемых урожаев тонковолокнистых сортов хлопчатника в условиях новоорошаемых землях в зоне Каракумского канала.

Агрохимические анализы растений и почв проводились на всех вариантах первой и третьей повторностей. Анализы выполнялись в три срока: перед посевом, в фазу цветения – плодообразования, в конце вегетации растений – перед дефолиацией на смешанных образцах, подготовленных из пяти типичных растений хлопчатника. Почвенные исследования и фенологические наблюдения проводили по методикам, описанным СоюзНИХИ [9, 11] и агротехнические мероприятия проводились в соответствии с системами ведения сельского хозяйства Туркменистана [19]. На почвенных образцах анализировались: механический состав почв – методом пипетки по Качинскому, воднорастворимые соли – методом водных вытяжек, гумус – методом с фотоколориметрическим окончанием, карбонаты – ацидиметрическим, общий азот – колориметрическим методом Несслера, валовой фосфор и калий по Мещерякову, нитратный азот – фотоколориметричес-

ким методом в модификации ЦИНАО, подвижный фосфор и обменный калий по Мачигину в модификации ЦИНАО и объемный вес почв – методом цилиндров [1, 10].

Изменение исходного содержания биологически активных веществ почв и режим питания хлопчатника устанавливали по данным двух опытов Туркменского НИИПиА МСХ Туркменистана, проведенных в новоорошаемых тяжелосуглинистых светлых сероземах и средне-тяжелосуглинистых такыровидных почвах на подгорной равнине Копетдага в зоне III–IV очереди Каракумского канала с низким содержанием питательных веществ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Агрохимические исследования показывают, что новоорошаемые почвы Южного Туркменистана бедны гумусом – 72,8 % площади земель, подвижным фосфором – 52,9 % и обменным – 48,2 %. Больше половины площадей засолены. В таких условиях трудно получить высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, особенно тонковолокнистого хлопчатника.

В связи с неизученностью вопросов по влиянию оптимальных норм и соотношений минеральных удобрений на широкорядных посевах тонковолокнистого хлопчатника в дайханском объединении Акбугдайского этрапа Ахалского велаята проведены полевые и производственные опыты на тонковолокнистом хлопчатнике сорта 9647И.

В опыте впервые изучались различные нормы и соотношения азотных и фосфорных удобрений на фоне 75 кг/га калия при очень низком (8–12 мг/кг) и низком (20–25 мг/кг) содержании в почве подвижного фосфора. Ширина междурядий – 90 см. Почва опытного участка – новоорошаемый тяжелосуглинистый

светлый серозем слабозасоленный. Повторность опыта 6-кратная, размер делянки 136,8 м², агротехника общепринятая для данной зоны.

До закладки опыта пахотный слой почвы характеризовался повышенным содержанием (12,9 %), низким – гумуса (0,44 %), обменного калия (245 мг/кг), очень низким – нитратного азота (0,98 мг/кг), подвижного фосфора (9,4 мг/кг) и воднорастворимых солей (0,09 %), в том числе хлор-иона (0,006 %).

Фон содержания P₂O₅ в почве (20–25 мг/кг) создавался разовым внесением 450 кг/га фосфора в форме простого суперфосфата перед закладкой под основную вспашку. Удобрения распределяли следующим образом: азотные вносили перед севом, в период бутонизации и в начале цветения – плодообразования, фосфорные – под основную вспашку и в период бутонизации.

Для повышения урожая хлопчатника с волокном наилучшего качества необхо-

димо создать оптимальный режим корневого питания, особенно азотного. Изучены особенности поступления, накопления и выноса азота и зольных элементов, значение фосфора в корневом питании хлопчатника, содержание фосфатов в почвах подгорной равнины и действие калийного питания на почвообразование и накопление урожая. Известно, что хлопчатник вносит калия столько же, сколько азота (1:1).

Представляет интерес изучение влияния минеральных удобрений на продуктивность и вынос питательных элементов тонковолокнистого хлопчатника на подгорной равнине Копетдага. Химические анализы растений хлопчатника, подготовленных из 10 типичных растений, проводились на 10 вариантах первой и третьей повторностей. В растительных образцах определяли содержание азота, фосфора, калия и выносы хлопчатником в период созревания учтён сухой вес структурных органов (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние удобрений на сухой вес органов в расчете 1 ц/га хлопчатника

| Вариант опыта | Корни | Стебли | Листья | Створки | Хлопок-сырец | | Всего |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | | | | | семена | волокна | |
| 1. Контроль без удобрений | <u>4.5</u> | <u>8.4</u> | <u>12.7</u> | <u>8.9</u> | <u>8.8</u> | <u>3.2</u> | <u>46.5</u> |
| | 4,9 | 9,7 | 14,5 | 10,1 | 10,6 | 4,0 | 53,8 |
| 2. N ₂₀₀ P ₈₀ | <u>7.4</u> | <u>15.2</u> | <u>22.1</u> | <u>19.0</u> | <u>14.8</u> | <u>5.7</u> | <u>84.2</u> |
| | 7,8 | 17,0 | 21,3 | 18,5 | 16,0 | 6,1 | 86,7 |
| 3. N ₂₀₀ K ₇₅ | <u>6.9</u> | <u>14.7</u> | <u>20.3</u> | <u>16.2</u> | <u>14.9</u> | <u>5.4</u> | <u>78.4</u> |
| | 7,5 | 16,8 | 21,5 | 17,6 | 15,6 | 5,8 | 84,8 |
| 4. P ₈₀ K ₇₅ | <u>5.9</u> | <u>12.1</u> | <u>16.3</u> | <u>13.5</u> | <u>13.2</u> | <u>4.8</u> | <u>65.7</u> |
| | 6,5 | 13,0 | 18,2 | 14,8 | 13,5 | 5,3 | 71,3 |
| 5. N ₂₀₀ P ₈₀ K ₇₅ | <u>7.5</u> | <u>17.6</u> | <u>23.1</u> | <u>18.0</u> | <u>15.8</u> | <u>6.0</u> | <u>88.0</u> |
| | 8,3 | 19,0 | 24,4 | 18,7 | 17,3 | 6,4 | 93,7 |
| 6. N ₂₀₀ P ₁₆₀ K ₇₅ | <u>7.8</u> | <u>18.0</u> | <u>23.2</u> | <u>18.3</u> | <u>16.1</u> | <u>5.9</u> | <u>89.3</u> |
| | 8,5 | 19,2 | 24,5 | 19,1 | 17,5 | 6,3 | 95,1 |
| 7. N ₂₄₀ P ₁₆₀ K ₇₅ | <u>10.5</u> | <u>24.4</u> | <u>28.1</u> | <u>20.9</u> | <u>27.8</u> | <u>9.1</u> | <u>120.8</u> |
| | 11,4 | 26,3 | 29,8 | 22,5 | 28,0 | 10,5 | 128,5 |
| 8. N ₂₈₀ P ₁₆₀ K ₇₅ | <u>12.5</u> | <u>27.8</u> | <u>29.5</u> | <u>24.5</u> | <u>27.7</u> | <u>10.3</u> | <u>132.3</u> |
| | 12,9 | 30,0 | 31,6 | 25,8 | 27,7 | 10,6 | 137,8 |
| 9. N ₂₈₀ P ₂₀₀ K ₇₅ | <u>10.7</u> | <u>25.9</u> | <u>28.6</u> | <u>20.3</u> | <u>26.7</u> | <u>10.3</u> | <u>122.5</u> |
| | 11,3 | 27,2 | 30,0 | 22,4 | 27,7 | 10,6 | 129,2 |
| 10. N ₃₂₀ P ₂₀₀ K ₇₅ | <u>13.0</u> | <u>22.6</u> | <u>30.9</u> | <u>25.8</u> | <u>26.3</u> | <u>11.0</u> | <u>139.6</u> |
| | 13,4 | 34,7 | 32,0 | 26,5 | 28,5 | 10,6 | 145,7 |

Примечание: В числителе – естественный фон, в знаменателе – искусственный.

Внесение минеральных удобрений, особенно в тройном сочетании, оказывает значительное влияние на продуктивность хлопчатника. Сухой вес всех органов хлопчатника на естественном фоне в варианте без удобрений составил 46,5 ц/га, а на искусственном – 53,8. При двойном сочетании удобрений наибольший эффект отмечен в варианте с внесением $N_{200}K_{75}$ (здесь сухой вес вегетативных и генеративных органов хлопчатника достиг 78,4–84,8 ц/га, а при тройном – с внесением повышенных доз минеральных удобрений ($N_{320}P_{200}K_{75}$).

На естественном и искусственном фосфатных фонах общая сухая масса хлопчатника составила соответственно 139,6 и 145,7 ц/га. Вес хлопка-сырца увеличивается пропорционально повышению дозы минеральных удобрений. При этом наиболее эффективной оказалась годовая норма удобрений $N_{240}P_{160}K_{75}$.

Наибольшее количество азотистых соединений накапливается в семенах, затем в листьях и створках коробочек хлопчатника. В корнях их содержится заметно меньше, чем в стеблях. Из двойных сочетаний питательных элементов более благоприятное влияние на содержание азота в вегетативных органах хлопчатника оказал вариант $N_{200}K_{75}$, а в генеративных – $N_{80}K_{75}$.

Самая высокая концентрация азота в генеративных и в вегетативных органах обнаружена при тройном сочетании минеральных удобрений ($N_{320}P_{200}K_{75}$). Создание искусственного фосфатного фона почвы оказало некоторое положительное влияние на концентрацию этого питательного элемента в вегетативных органах хлопчатника, наиболее заметное при двойном сочетании минеральных удобрений. При тройном сочетании, особенно в вариантах с повышенными дозами, влияние фосфатного фона на содер-

жание азота в органах хлопчатника оказалось несущественным.

Повышение продуктивности содержания азота в органах хлопчатника под влиянием минеральных удобрений способствовало увеличению выноса этого питательного элемента. Вынос азота генеративными органами (семенами) сильно возрастает при внесении до 240 кг/га азота на фоне $P_{160}K_{75}$. При дальнейшем повышении дозы этого элемента выноса его генеративными органами хлопчатника увеличивается незначительно, а вегетативными – более заметно.

Таким образом, в связи с малой продуктивностью хлопчатника на варианте без минеральных удобрений, наименьший вынос азота отмечен на абсолютном контроле. Внесение двойных и тройных сочетаний минеральных удобрений способствовало увеличению выноса азота растениями хлопчатника. При этом по мере повышения годовой нормы удобрений, особенно азотистых, вынос последнего закономерно повышается. Максимальный вынос азота хлопчатником на искусственном и естественном фосфатных фонах отмечен в варианте $N_{320}P_{200}K_{75}$. Вынос азота под влиянием искусственного фосфатного фона повышается до годовой нормы азота – 280 кг/га. Дальнейшее увеличение дозы азота не оказывало положительного влияния на искусственный фон.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в семенах и листьях по сравнению с другими органами хлопчатника концентрируется наибольшее количество фосфора. Двойное и тройное сочетание питательных элементов оказывает положительное влияние на содержание фосфора в органах хлопчатника, причем почти во всех органах количество валового фосфора на искусственном фосфатном фоне больше, чем на

естественном. Внесение не только фосфорных, но и азотных, и калийных удобрений оказало заметное влияние на вынос хлопчатником фосфора. Вынос питательных элементов связан с продуктивностью хлопчатника, и чем больше сухой массы, тем выше этот показатель.

Таким образом, величина выноса питательных элементов зависит, прежде всего, от сухой массы хлопчатника, а затем уже от содержания этих элементов в органах данной структуры. Повышенные дозы азотных удобрений способствуют значительному выносу фосфора вегетативными органами хлопчатника, что непосредственно связано с усилением их ростовых процессов под влиянием удобрений.

Данные 3-летних исследований показали, что вынос фосфора хлопчатником как в отношении 1 куста, так и в среднем на 1 га увеличивается до годовой нормы удобрений: азота 320 кг/га, фосфора 200 и калия 75. Во всех вариантах опыта значительная часть фосфора выносятся семенами хлопчатника. При высоких дозах минеральных удобрений вынос фосфора заметно увеличивается у вегетативных органов. Таким образом, на вынос фосфора органами хлопчатника сильное влияние оказывают дозы минеральных удобрений, а также фосфатные фоны. Во всех вариантах опыта на искусственном фосфатном фоне вынос фосфора был выше, чем на естественном, особенно при внесении азота 280–320 кг/га, фосфора 200, калия 75.

Под влиянием азотных и фосфорных удобрений резко увеличивается продуктивность и вынос питательных элементов хлопчатником.

Наряду с этим, хлопчатник нуждается в калии. Наилучшее влияние на содержание калия в растениях хлопчатника оказывает тройное сочетание минеральных удобрений. При этом создание искусственного фосфатного фона не действу-

ет положительно на содержание валового калия в органах хлопчатника. Однако некоторое повышение количества этого микроэлемента при тройном сочетании минеральных удобрений и при высоких их дозах главным образом связано с увеличением сухого веса хлопчатника под влиянием минеральных удобрений.

Вынос питательных элементов значительно изменяется в зависимости от сочетания основных питательных элементов и их доз. При этом повышение продуктивности хлопчатника и содержания питательных элементов способствует усилению выноса калия.

Данные по выносу калия в расчете на одно растение хлопчатника показывают, что повышение сухой массы и содержание этого элемента в хлопчатнике оказывают благоприятное влияние на вынос его растением. При повышенных дозах минеральных удобрений за счет сильного увеличения вегетативной массы хлопчатника вынос азота, фосфора и калия этой культуры значительно увеличивается.

На естественном фоне наибольшее влияние на выход волокна оказывали соотношения азота к фосфору 1:0,6; 1:0,7 (27,6–28,2 %). Уменьшение соотношения до 1:0,4; 1:0,5 привело к заметному снижению (27,1–26,5 %) этого показателя (таблица 2).

Выход волокна при низком содержании подвижного фосфора почвы несколько зависит от доз и соотношений азота и фосфора. Разница показателей выхода не превышала 0,2 % (27,8–27,6 %) при соотношении 1:0,4. Наибольший выход отмечался при соотношении азота к фосфору 1:0,5–0,6 при нормах азота 200, 240, 320 кг/га (27,6–28,6 %), несколько ниже азота 200–280 кг/га (27,1–28,0 %) при соотношении 1:0,7–0,8.

Таким образом, с повышением уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором некоторое снижение норм фос-

формных удобрений по отношению к азотным (соотношение азота к фосфору до 0,6) не влияет на выход волокна тонковолокнистого хлопчатника. Почти на всех вариантах увеличивается выход в среднем на 0,3 %.

Анализ влияния минеральных удобрений на длину волокна на естественном фоне показал, что применяемые питательные вещества улучшают этот показатель (от 1,2 до 2,7 мм). Из сопоставления вариантов $N_{200}P_{80}$ и $N_{200}P_{80}K_{75}$ видно, что наибольшее действие на длину оказал калий. Из разных доз азотных удобрений (при всех соотношениях с фосфорными) лучшие результаты получены при 240 кг/га (в среднем 40,9 мм). Оптимальное отношение азота к фосфору – от 1:0,5 до 1:0,8 (39,7–40,8 мм). Снижение отношения до

1:0,4–0,5 приводит к уменьшению длины на 0,8 мм. На искусственном фоне азотные удобрения мало влияли на длину волокна. Наилучшими отношениями азота к фосфору были, как и на естественном фоне, от 1:0,6 до 1:0,7 (40,2–40,8 мм). Снижение норм фосфорных удобрений на обоих фонах приводит к уменьшению длины волокна.

Если сравнить взаимодействия доз удобрений с различным содержанием подвижного фосфора почвы, то видно, что закономерности их влияния на длину волокна примерно такие же, как и на его выход. При отношении азота к фосфору 1:0,4 крепость волокна равнялась 4,3–4,5 г, при 1:0,6–0,8 на фоне всех норм азота – 4,4–4,6 г. На искусственном фоне заметных изменений в крепости не обнаружено.

Таблица 2 – Воздействие удобрений на урожайность и технологические свойства волокна

| Вариант опыта | Урожайность | | выход, % | длина, мм | крепость, г | коэффициент зрелости | метрический номер | разрывная длина, км |
|---------------|--------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| | хлопка-сырца, ц/га | прибавка, ц/га | | | | | | |
| 1 | <u>14.3</u> | <u>0</u> | <u>28.7</u> | <u>38.3</u> | <u>4.6</u> | <u>2.1</u> | <u>8157</u> | <u>36.6</u> |
| | 16,2 | 0 | 28,5 | 40,6 | 4,5 | 2,1 | 7959 | 36,2 |
| 2 | <u>22.0</u> | <u>7.7</u> | <u>26.9</u> | <u>39.5</u> | <u>4.6</u> | <u>2.1</u> | <u>8047</u> | <u>36.7</u> |
| | 24,0 | 7,7 | 27,2 | 39,6 | 4,5 | 2,0 | 8048 | 36,1 |
| 3 | <u>24.1</u> | <u>9.8</u> | <u>29.0</u> | <u>40.3</u> | <u>4.6</u> | <u>2.1</u> | <u>8023</u> | <u>36.4</u> |
| | 25,9 | 9,6 | 26,5 | 38,4 | 4,5 | 2,1 | 7710 | 36,0 |
| 4 | <u>20.3</u> | <u>6.0</u> | <u>30.2</u> | <u>39.9</u> | <u>4.5</u> | <u>2.0</u> | <u>8111</u> | <u>36.1</u> |
| | 21,1 | 5,8 | 28,7 | 40,4 | 4,6 | 2,1 | 7911 | 36,6 |
| 5 | <u>26.8</u> | <u>12.5</u> | <u>26.9</u> | <u>40.0</u> | <u>4.3</u> | <u>2.1</u> | <u>8210</u> | <u>35.6</u> |
| | 26,0 | 11,7 | 27,8 | 40,1 | 4,6 | 2,1 | 7906 | 36,6 |
| 6 | <u>30.4</u> | <u>16.1</u> | <u>27.2</u> | <u>39.7</u> | <u>4.5</u> | <u>2.1</u> | <u>8050</u> | <u>36.6</u> |
| | 31,2 | 16,0 | 28,0 | 40,7 | 4,6 | 2,1 | 7937 | 36,6 |
| 7 | <u>33.1</u> | <u>18.8</u> | <u>27.6</u> | <u>41.0</u> | <u>4.6</u> | <u>2.0</u> | <u>7941</u> | <u>36.4</u> |
| | 32,0 | 15,9 | 27,3 | 40,8 | 4,5 | 2,1 | 7937 | 36,4 |
| 8 | <u>29.1</u> | <u>14.8</u> | <u>28.2</u> | <u>39.5</u> | <u>4.6</u> | <u>2.1</u> | <u>8004</u> | <u>36.8</u> |
| | 29,2 | 13,0 | 27,2 | 40,2 | 4,4 | 2,1 | 8115 | 36,3 |
| 9 | <u>28.7</u> | <u>14.4</u> | <u>28.0</u> | <u>40.6</u> | <u>4.6</u> | <u>2.1</u> | <u>7963</u> | <u>36.8</u> |
| | 30,9 | 14,7 | 28,0 | 40,4 | 4,5 | 2,1 | 7977 | 36,4 |
| 10 | <u>29.1</u> | <u>14.8</u> | <u>27.9</u> | <u>40.6</u> | <u>4.6</u> | <u>2.1</u> | <u>7985</u> | <u>36.8</u> |
| | 29,7 | 13,5 | 27,1 | 40,7 | 4,6 | 2,1 | 7931 | 36,5 |

На естественном фоне при низких и умеренных нормах удобрений наблюда-

ется некоторое ухудшение зрелости волокна (от 2,1 до 2,0), особенно при низ-

ком отношении азота к фосфору (1:0,4). При повышенных и высоких нормах удобрений лучшая зрелость волокна – 2,1.

На искусственном фоне при применении пониженных и умеренных норм удобрений выращено нормально зрелое волокно (2,1), при повышенных и высоких нормах удобрений зрелость зависела от соотношения между азотом и фосфором.

Значение метрического номера на естественном фоне зависело главным образом от норм азотных удобрений. Наибольшая величина метрического номера (в среднем 8130) выявлена при норме азота 200 кг/га.

На искусственном фоне несколько увеличивался метрический номер при применении повышенных и высоких норм азота. При низких и умеренных нормах метрических номеров уменьшался.

На естественном фоне наибольшая разрывная длина (36,1–36,8 км) получена при отношении азота к фосфору 1:0,6–0,8, наименьшая (35,6–36,5 км) – 1:0,4–0,5. В целом разрывная длина увеличивается (36,3–36,8 км) с применением повышенных и высоких норм удобрений.

На искусственном фоне дозы и соотношения удобрений не влияют на величину разрывной длины. Но в целом лучший показатель (36,3–37,0 км) получен при применении умеренных и повышенных норм питательных веществ.

Таким образом, все показатели качества волокна зависят как от уровня применяемых норм и соотношений удобрений, так и от содержания подвижного фосфора почвы. Оптимальная норма азота 240 кг/га при отношении к фосфору и калию на естественном фоне составила 1:0,7:0,3 – 1:0,8:0,3, на искусственном фоне – 1:0,6:0,3 – 1:0,5:0,3.

Для научно-обоснованного применения повышенных доз минеральных удоб-

рений в хлопководстве наряду с другими физиологическими процессами важную роль играет выявление влияния удобрений на биосинтез пигментов и интенсивность фотосинтеза хлопчатника.

В опыте, проведенном на территории Акбугдайского района Ахалской области, с разными дозами и соотношениями минеральных удобрений изучено влияние пигментов хлорофилла, каротиноидов, сухой массы надземных органов и интенсивность фотосинтеза тонковолокнистого хлопчатника сорта 9647И.

Содержание каротиноидов и хлорофилла в листьях среднего яруса определялось при помощи одномерной хроматограммы с последующим фотоколориметрированием [1], а интенсивность фотосинтеза – методом Сакса в модификации Бегишева [1, 10]. Сухая масса надземных органов хлопчатника определялась в период массового созревания. Сухая масса незрелых генеративных органов определялась вместе со створками коробочек.

Результаты исследований по динамике содержания зеленых и желтых пигментов (таблица 3) свидетельствуют о заметном влиянии на них минеральных удобрений. Содержание хлорофилла повышается в период до массового цветения хлопчатника, а затем оно снижается, особенно во время созревания коробочек. Так, в фазу 3–4 настоящих листьев количество хлорофилла на контроле (без удобрений) составило 0,68, бутонизации – 0,75, цветения – 0,90, плодоношения – 0,83 и созревания – 0,64 % сухого веса листьев. Аналогичное изменение содержания хлорофилла отмечено и в других вариантах. На накопление хлорофилла при двойном сочетании минеральных удобрений наилучшее влияние оказывают $N_{200}P_{80}$, а также $N_{200}K_{75}$. Наименее эффективно сочетание $P_{80}K_{75}$. Соответ-

тственно этим вариантам количество хлорофилла в период максимального его повышения (фаза цветения) составило 1,10; 1,03 и 0,98 %, а в период максимального снижения (фаза созревания) – 0,79; 0,78 и 0,70 %. На содержание хлорофилла в листьях наилучшее влияние оказало тройное сочетание минеральных удобрений, особенно внесение годовой нормы удобрений азота (320 кг/га), фосфора (200), калия (75). При этом содержание хлорофилла достигло в фазу 3-4 настоящих листьев 0,81 %, бутонизации – 1,15, цветения – 1,46, плодоношения – 1,37 и созревания – 1,29 %. В наилучшем варианте с двойным сочетанием минеральных удобрений ($N_{200}P_{80}$) количество хлорофилла повышается в период образования 3-4 настоящих листьев на 4 % к контролю, бутонизации – на 17, цветении –

на 22, плодоношении – на 23 %. В наилучшем варианте с тройным сочетанием удобрений ($N_{320}P_{200}K_{75}$) повышение хлорофилла по фазам составило соответственно 19; 53; 62; 65 и 101 %. Таким образом, повышенные дозы азота и фосфора резко увеличивают содержание хлорофилла, особенно во второй половине вегетации хлопчатника.

Концентрация каротиноидов в листьях хлопчатника во всех вариантах опыта до фазы цветения повышается, затем, в период плодоношения, незначительно снижается и в период созревания коробочек вновь несколько увеличивается. Таким образом, если содержание хлорофилла наиболее заметно повышается только в фазу цветения, то каротиноидов – и в фазу цветения, и созревания коробочек.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на содержание пигментов в листьях хлопчатника (1 – % на сухой вес; 2 – % контролю)

| Вариант опыта | Фаза развития | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | 3-4 настоящих листьев | | бутонизация | | цветение | | плодоношение | | созревание | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1. Контроль без удобрений | <u>0.68</u> 0,17 | <u>100</u> 100 | <u>0.75</u> 0,19 | <u>100</u> 100 | <u>0.90</u> 0,24 | <u>100</u> 100 | <u>0.83</u> 0,22 | <u>100</u> 100 | <u>0.64</u> 0,24 | <u>100</u> 100 |
| 2. $N_{200}P_{80}$ | <u>0.71</u> 0,18 | <u>104</u> 106 | <u>0.88</u> 0,20 | <u>117</u> 105 | <u>1.10</u> 0,25 | <u>122</u> 104 | <u>0.98</u> 0,23 | <u>118</u> 105 | <u>0.79</u> 0,24 | <u>123</u> 100 |
| 3. $N_{200}K_{75}$ | <u>0.70</u> 0,20 | <u>103</u> 118 | <u>0.86</u> 0,23 | <u>114</u> 121 | <u>1.03</u> 0,26 | <u>114</u> 112 | <u>0.92</u> 0,25 | <u>111</u> 114 | <u>0.78</u> 0,28 | <u>121</u> 117 |
| 4. $P_{80}K_{75}$ | <u>0.68</u> 0,18 | <u>100</u> 106 | <u>0.82</u> 0,20 | <u>109</u> 105 | <u>0.98</u> 0,25 | <u>109</u> 104 | <u>0.87</u> 0,23 | <u>105</u> 105 | <u>0.70</u> 0,26 | <u>109</u> 108 |
| 5. $N_{200}P_{120}K_{75}$ | <u>0.74</u> 0,21 | <u>109</u> 123 | <u>0.95</u> 0,25 | <u>126</u> 132 | <u>1.14</u> 0,28 | <u>127</u> 117 | <u>1.02</u> 0,26 | <u>123</u> 112 | <u>0.89</u> 0,28 | <u>139</u> 117 |
| 6. $N_{240}P_{160}K_{75}$ | <u>0.75</u> 0,20 | <u>110</u> 118 | <u>0.98</u> 0,25 | <u>130</u> 132 | <u>1.32</u> 0,30 | <u>147</u> 137 | <u>1.25</u> 0,30 | <u>151</u> 136 | <u>1.07</u> 0,32 | <u>169</u> 133 |
| 7. $N_{280}P_{200}K_{75}$ | <u>0.80</u> 0,22 | <u>117</u> 129 | <u>1.07</u> 0,26 | <u>143</u> 136 | <u>1.38</u> 0,34 | <u>153</u> 141 | <u>1.30</u> 0,31 | <u>157</u> 141 | <u>1.17</u> 0,33 | <u>183</u> 137 |
| 8. $N_{320}P_{200}K_{75}$ | <u>0.81</u> 0,21 | <u>119</u> 124 | <u>1.15</u> 0,25 | <u>153</u> 132 | <u>1.46</u> 0,34 | <u>162</u> 141 | <u>1.37</u> 0,32 | <u>165</u> 145 | <u>1.29</u> 0,35 | <u>201</u> 146 |

Примечание: в числителе – хлорофилл, в знаменателе – каротиноиды. В таблицах 4–8 варианты опыта обозначены номером.

В листьях хлопчатника каротиноидов содержится значительно меньше. Чем хлорофилла. Так, например, в контроле

(без удобрений) количество каротиноидов в фазах 3-4 настоящих листьев, бутон-

низации, цветения и созревания хлопчатника составило соответственно 0,17; 0,19; 0,24; 0,22 и 0,24% на сухой вес листьев. До фазы плодоношения хлопчатника каротиноиды составляют примерно $\frac{1}{4}$ содержания хлорофилла, а в период созревания – $\frac{1}{3}$.

На содержание каротиноидов наиболее положительное влияние из двойных сочетаний удобрений оказало сочетание азота и калия ($N_{200}K_{75}$). Однако при тройном сочетании питательных элементов получен больший эффект, чем при двойном. При тройном сочетании по мере возрастания дозы удобрений содержание каротиноидов в листьях хлопчатника несколько повышается, особенно в период после цветения.

Так, количество желтых пигментов в период цветения составило на вариантах $N_{200}P_{120}K_{75}$ и $N_{320}P_{200}K_{75}$ соответственно 0,28 и 0,34 %, а в период созревания – 0,28 и 0,35 % сухого веса листьев. При тройном сочетании питательных элементов содержание каротиноидов в листьях в варианте ($N_{200}K_{75}$) повысилось в период 3–4 настоящих листьев на 18 % к контролю,

бутонизации – на 21, цветении – на 12, плодоношении – на 14 и созревании – на 17. При тройном сочетании максимальное повышение каротиноидов отмечено до цветения в варианте $N_{280}P_{200}K_{75}$ (29; 36 и 41 %, – соответственно в фазу 3–4 настоящих листьев, бутонизации и цветения). В период после цветения наиболее эффективными оказались $N_{320}P_{200}K_{75}$. В этом варианте повышение каротиноидов достигло в фазу плодоношения 45 % и созревания – 46.

В опытных вариантах каротиноиды составляли во всех фазах развития хлопчатника примерно $\frac{1}{4}$ содержания хлорофилла.

Повышение ассимилирующих пигментов в листьях хлопчатника способствовало усилению интенсивности фотосинтеза на вариантах с двойными и, особенно, стройными сочетаниями питательных элементов (таблица 4). Интенсивность фотосинтеза хлопчатника, так же как содержание хлорофилла, повышается по мере роста и развития растений до фазы массового цветения, затем наблюдается заметное ее снижение.

Таблица 4 – Влияние минеральных удобрений на интенсивность фотосинтеза хлопчатника (1 – данные выражены в мг/дм² сухого вещества за 1 ч; 2 – % к контролю)

| Варианты опыта | Фазы развития | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|-----|-------------|-----|----------|-----|--------------|-----|------------|-----|
| | 3–4 настоящих листьев | | Бутонизация | | Цветение | | Плодоношение | | Созревание | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | 95 | 100 | 111 | 100 | 119 | 100 | 92 | 100 | 60 | 100 |
| 2 | 102 | 107 | 120 | 108 | 137 | 115 | 123 | 133 | 72 | 120 |
| 3 | 98 | 103 | 117 | 105 | 136 | 114 | 115 | 125 | 69 | 115 |
| 4 | 96 | 101 | 115 | 103 | 128 | 107 | 105 | 114 | 65 | 108 |
| 5 | 108 | 113 | 126 | 113 | 147 | 123 | 126 | 136 | 80 | 133 |
| 6 | 116 | 122 | 135 | 121 | 160 | 134 | 145 | 157 | 91 | 151 |
| 7 | 118 | 124 | 139 | 125 | 165 | 138 | 150 | 163 | 98 | 163 |
| 8 | 120 | 126 | 140 | 126 | 172 | 144 | 162 | 176 | 114 | 190 |

Из двойных сочетаний питательных элементов более эффективным оказалась $N_{200}P_{80}$ и менее – $P_{80}K_{75}$, промежуточ-

ное положение занимало сочетание $N_{200}K_{75}$. В варианте $N_{200}P_{120}$ интенсивность фотосинтеза в фазу 3–4 настоящих лис-

твев составила 102, цветения – 137 и созревания – 72 мг/дм² сухого веса за 1 ч. Фотосинтез усилился по сравнению с контролем в начальные периоды вегетации на 7 %, в фазе цветения – на 37 и созревания – на 20. В опыте с тройным сочетанием питательных элементов интенсивность фотосинтеза возрастала более резко, особенно по мере повышения дозы минеральных удобрений. Так, в период цветения в вариантах N₂₀₀P₁₂₀K₇₅; N₂₄₀P₁₆₀K₇₅; N₂₈₀P₂₀₀K₇₅ и N₃₂₀P₂₀₀K₇₅ она составила соответственно 147, 160, 165 и 172 мг/дм² сухого вещества за 1 ч. В фазе 3–4 настоящих листьев в вариантах с высокими дозами азота и фосфора заметного усиления интенсивности фотосинтеза не наблюдалось. При самой высокой годовой норме азота и фосфора (N₃₂₀P₂₀₀K₇₅) она превысила контроль в фазе 3–4 настоящих листьев и бутонизации на 26 %, цветения – на 44, плодоношения – на 76 и созревания – на 90 %. Таким образом, применение минеральных удобрений оказывает положительное влияние на интенсивность фотосинтеза в течение всей вегетации. При этом по мере роста и развития хлопчатника эффективность удобрений значительно повышается особенно при увеличении их доз.

Благоприятное влияние азотных и фосфорных удобрений на интенсивность фотосинтеза объясняется прямым и косвенным действием этих элементов. Прямое действие азота заключается в участии его в процессе образования аминокислот (продуктов фотосинтеза), а фосфора – АТФ из АДФ и фосфорной кислоты и во вхождении в состав акцентора СО₂ и промежуточных продуктов фотосинтеза. Косвенное влияние азота заключается в том, что он входит в состав хлорофилла и белков, являющихся элементами структуры хлоропластов и ферментов, катализирующих различные реакции фотосин-

теза, фосфора – в том, что он участвует в процессе образования фосфатидов, фосфопротеидов и нуклеиновых кислот.

В условиях новоорошаемых светлых сероземов применение минеральных удобрений оказывает существенное влияние и на образование сухой массы стеблей, листьев, створок коробочки и хлопка-сырца (таблица 5). Естественное плодородие почвы обеспечивает получение 61,4 ц/га общей сухой массы надземных органов, в том числе 15,4 стеблей, 16,3 листьев, 13,9 створок коробочки и 15,8 хлопка-сырца, или соответственно 25,1; 26,5; 22,7; 25,7 % общей надземной массы. Из двойных сочетаний питательных веществ более значительное влияние на накопление сухого вещества оказывает сочетание N₂₀₀P₈₀, затем N₂₀₀K₇₅. При этом в варианте N₂₀₀P₈₀ общая надземная масса достигала 100,6 ц/га (стебли 24,0; листья 25,6; створки 23,9 и хлопок-сырец 27,1). Под влиянием двойного сочетания (азота и фосфора) сухая масса надземных органов увеличивается более чем на 55, а хлопка-сырца – на 71 % против контроля (без удобрений). Резкое увеличение сухой массы хлопчатника отмечено при тройном сочетании питательных элементов: на вариантах N₂₀₀P₁₂₀K₇₅; N₂₄₀P₁₆₀K₇₅; N₂₈₀P₂₀₀K₇₅ и N₃₂₀P₂₀₀K₇₅ – соответственно 112,7; 147,1; 149,6 и 171,1 ц/га. По мере повышения годовой нормы азотных и фосфорных удобрений значительно увеличивался сухой вес стеблей, листьев и урожай хлопка-сырца. При этом максимальное повышение урожая хлопка-сырца наблюдается на варианте N₂₄₀P₁₆₀K₇₅. При дальнейшем повышении дозы азота и фосфора процесс накопления сухого вещества в стеблях и листьях и в некоторой степени в створках коробочек значительно усиливается, однако урожай хлопка-сырца не увеличивается. Таким образом, применение повышен-

ных доз азота и фосфора ($N_{320}P_{200}$) оказывает большее стимулирующее влияние на рост вегетативных, чем генеративных органов хлопчатника. При оптимальной годовой норме ($N_{240}P_{160}K_{75}$) удобрений накопление сухой массы усиливалось параллельно и в вегетативных, и генеративных органах и составляло стеблей – 118,8, листьев – 136,8, а хлопка-сырца – 171,5 % к контролю, при повышенных дозах ($N_{320}P_{200}K_{75}$) удобрений – соответственно 193,5; 196,9 и 153,9. При оптимальной дозе удобрений соотношение надземной массы стеблей, листьев, створок, хлопка-сырца составило соответственно 22,9; 26,2; 21,7 и 29,1 %, при повышенной – 26,4; 28,3; 20,6 и 24,7 %.

Высокие и устойчивые урожаи хлопчатника на новоосваиваемых землях зоны Каракумского канала можно получать только при рациональном применении макро- и микроудобрений в сочетании с органическими.

В полевых опытах изучали влияние 20 т/га навоза и 20–30 т/га навозно-земляных суперфосфатных компостов на новоорошаемых такыровидных почвах зоны IV очереди Каракумского канала на рост, развитие, продуктивность тонковолокнистого хлопчатника (сорт Аш-25) и технологические свойства волокна.

Опыт проводился на подгорной равнине Копетдага на среднесуглинистых незасоленных новоорошаемых такыровидных почвах по следующей схеме: 1 – контроль (без удобрений); 2 – $N_{250}P_{175}K_{75}$ (фон); 3 – фон + навоз 20 т/га; 4 – $N_{210}P_{150}K_{40}$ + навоз 20 т/га; 5 – $N_{210}P_{150}K_{40}$ + навоз 20 т/га + суперфосфат 1,5 %; 6 – $N_{210}P_{150}K_{40}$ + 20 т/га навозно-земляного компоста (НЗК) (90 % навоза + 10 % земли); 7 – $N_{210}P_{150}K_{40}$ + 20 т/га НЗК (80 % навоза + 20 % земли); 8 – $N_{210}P_{85}K_{40}$ + 20 т/га НЗК + суперфосфат 1,5 % (78,5 % навоза + 20 % земли); 9 – $N_{210}P_{85}K_{40}$ + 20 т/га НЗК + суперфосфат 1,5

% (78,5 % навоза + 20 % земли); 10 – $N_{210}P_{65}K_{40}$ + 30 т/га НЗК + суперфосфат 3,0 % (80 % навоза + 17 % земли).

Исходная агрохимическая характеристика почв перед закладкой опыта свидетельствует об их бедности. Содержание в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–50 см) слоях почвы гумуса составляло 0,62 и 0,33 %, плотного остатка – 0,15 и 0,12 %, хлор-иона – 0,008 и 0,007 %, сульфат-иона – 0,052 и 0,070 %, CO_2 карбонатов – 10,5 и 12,1 %, общего азота – 0,048 и 0,030 %, валового фосфора – 0,112 и 0,131 %, валового калия – 1,36 и 1,97 %, нитратного азота – 8,0 и 4,1 мг/кг, подвижного фосфора – 10,4 и 7,9 мг/кг и обменного калия – 242 и 192 мг/кг [12].

Внесение органических удобрений в дозах 20 и 30 т/га способствовало значительному повышению содержания гумуса в пахотном слое почвы. При внесении 20 т/га навоза содержание гумуса в пахотном слое составляло 0,70–0,86 %, 30 т/га компостов – 0,73 %. По всем вариантам среднее содержание гумуса равнялось 0,75 %.

По вариантам опыта содержание нитратного азота варьировало в пределах 24,1–28,8 мг/кг почвы. В среднем по опыту содержание нитратного азота составляло 26,6 мг/кг.

В течение вегетационного периода содержание нитратного азота заметно изменялось как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы. В начале вегетации в пахотном и подпахотном слоях почвы соответственно нитратного азота содержалось 24,1–29,8 и 16,3–21,0 мг/кг, в среднем по опыту – 17,5 мг/кг. Содержание нитратного азота повышалось до массового цветения хлопчатника. В этот период в пахотном слое оно составляло от 22,0 до 37,0 мг/кг. К концу вегетации содержание нитратного азота значительно снизилось: в пахотном слое почвы к сентябрю было от 17,5 до 30,3 мг/кг, а в подпа-

Таблица 5 – Влияние минеральных удобрений на сухой вес надземных органов хлопчатника (1 – сухой вес (ц/га), 2 – в % к общему весу, 3 – в % к контролю)

| Варианты опыта | Общая сухая масса надземных органов (ц/га) | В том числе | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|-------------|------|-------|--------|------|-------|---------|------|-------|--------------|------|-------|
| | | стебли | | | листья | | | створки | | | хлопок-сырец | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 61,4 | 15,4 | 25,1 | 100,0 | 16,3 | 26,5 | 100,0 | 13,9 | 22,7 | 100,0 | 15,8 | 25,7 | 100,0 |
| 2 | 100,6 | 24,0 | 23,9 | 155,8 | 25,6 | 25,4 | 155,0 | 23,9 | 23,8 | 171,9 | 27,1 | 26,9 | 171,5 |
| 3 | 89,1 | 21,9 | 24,5 | 142,2 | 22,5 | 25,5 | 138,0 | 20,2 | 22,6 | 145,3 | 24,5 | 27,4 | 155,0 |
| 4 | 76,7 | 18,5 | 24,1 | 110,1 | 20,1 | 26,2 | 123,3 | 16,6 | 21,6 | 119,4 | 21,5 | 28,1 | 136,1 |
| 5 | 112,7 | 26,9 | 23,7 | 174,7 | 29,0 | 25,2 | 177,9 | 24,8 | 21,9 | 178,4 | 32,0 | 28,8 | 202,5 |
| 6 | 147,1 | 33,7 | 22,9 | 218,8 | 38,6 | 26,2 | 236,8 | 32,0 | 21,7 | 230,2 | 42,9 | 29,1 | 271,5 |
| 7 | 149,6 | 35,1 | 23,5 | 227,9 | 39,8 | 26,6 | 244,2 | 33,1 | 22,1 | 238,1 | 41,6 | 27,8 | 263,3 |
| 8 | 171,1 | 45,2 | 26,4 | 293,5 | 48,4 | 28,3 | 296,9 | 35,2 | 20,6 | 253,2 | 42,3 | 24,7 | 267,7 |

хотном от 12,0 до 20,0 мг/кг нитратного азота. Содержание нитратного азота повышалось при внесении 20 т/га навоза и 30 т/га компостов.

В пахотном слое почвы содержалось больше подвижного фосфора, чем в подпахотном. При внесении 30 т/га компостов с суперфосфатом значительно повышалось содержание подвижного фосфора в верхнем слое почвы. Если в контроле содержание подвижного фосфора составляло 24,7 мг/кг, то при внесении компостов и 3 % суперфосфата – 36,4 мг/кг. При этом содержание фосфора увеличивалось и в подпахотном слое. В вар. 9 и 10 в середине вегетации хлопчатника содержание подвижного фосфора достигало 34,0–37,0 мг/кг почвы. В конце вегетации содержание подвижного фосфора во всех вариантах опыта значительно снижалось. По вариантам в слое 0–30 см оно изменялось в пределах 17,6–30,3 мг/кг, а в слое 30–50 см – 13,9–20,0 мг/кг.

По содержанию обменного калия в начале вегетации в пахотном слое почвы относятся к среднеобеспеченным. В течение вегетации хлопчатника содержание обменного калия в почве снижалось. Наибольшее снижение отмечено в период созревания хлопчатника. В пахотном слое в это время содержалось обменного калия от 253 до 290 мг/кг, в подпахотном

204–215 мг/кг почвы.

В условиях аридного климата для благоприятного роста и развития растений особенно важное значение имеет водный режим. В связи с этим определяли интенсивность транспирации, водоудерживающую способность и водный дефицит листьев хлопчатника.

Интенсивность транспирации определяли с помощью торзионных весов (по Иванову), водный дефицит листьев – весовым методом, водоудерживающую способность растений – по Арланду [1,4].

Известно, что температура воздуха, интенсивность света и ветра и в первую очередь дефицит насыщения воздуха парами воды определяют интенсивность транспирации растений [1, 16]. Вместе с тем на интенсивность транспирации огромное влияние оказывают такие внутренние факторы, как содержание воды в тканях листьев, концентрация и осмотическое давление клеточного сока, эластичность клеточных стенок [11]. Минеральное питание растений оказывает существенное влияние на факторы интенсивности транспирации. В результате этого под влиянием удобрений заметно изменяется интенсивность транспирации хлопчатника (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние органических удобрений на интенсивность транспирации, водный дефицит листьев хлопчатника

| Варианты опыта | Фаза развития | | | | |
|----------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | 3–4 настоящих листа | бутонизация | цветение | плодоношение | созревание |
| 1 | <u>2.56</u> | <u>2.28</u> | <u>2.09</u> | <u>1.62</u> | <u>1.30</u> |
| | 23,4 | 19,2 | 21,3 | 24,0 | 25,8 |
| 2 | <u>2.38</u> | <u>2.09</u> | <u>1.82</u> | <u>1.40</u> | <u>1.03</u> |
| | 21,3 | 17,5 | 19,2 | 21,5 | 23,1 |
| 3 | <u>2.20</u> | <u>1.86</u> | <u>1.60</u> | <u>1.31</u> | <u>0.98</u> |
| | 20,2 | 16,8 | 17,0 | 19,6 | 22,0 |
| 4 | <u>2.26</u> | <u>1.90</u> | <u>1.75</u> | <u>1.45</u> | <u>1.10</u> |
| | 21,5 | 16,4 | 18,5 | 20,8 | 22,5 |
| 5 | <u>2.26</u> | <u>1.88</u> | <u>1.70</u> | <u>1.36</u> | <u>1.05</u> |
| | 20,8 | 16,0 | 17,8 | 19,8 | 22,6 |
| 6 | <u>2.28</u> | <u>1.98</u> | <u>1.45</u> | <u>1.45</u> | <u>1.15</u> |
| | 22,1 | 17,1 | 18,6 | 22,3 | 23,6 |
| 7 | <u>2.34</u> | <u>2.12</u> | <u>1.98</u> | <u>1.56</u> | <u>1.25</u> |
| | 22,9 | 18,5 | 20,3 | 23,0 | 24,5 |
| 8 | <u>2.35</u> | <u>2.10</u> | <u>1.95</u> | <u>1.50</u> | <u>1.20</u> |
| | 21,7 | 18,0 | 19,9 | 22,5 | 24,3 |
| 9 | <u>2.18</u> | <u>2.04</u> | <u>1.81</u> | <u>1.42</u> | <u>1.11</u> |
| | 21,0 | 17,8 | 18,7 | 20,6 | 23,1 |
| 10 | <u>2.20</u> | <u>1.93</u> | <u>1.68</u> | <u>1.30</u> | <u>0.96</u> |
| | 20,5 | 16,7 | 17,5 | 19,8 | 22,8 |

Примечание: в числителе интенсивность транспирации – г/ч г сырой массы, в знаменателе – водный дефицит листьев, % от общего содержания воды при полном насыщении ткани

Интенсивность транспирации листьев хлопчатника на контроле без удобрений значительно выше, чем в вариантах с удобрениями. Внесение удобрений оказывало влияние на водный режим растений уже в начальные периоды вегетации. При этом наиболее действенным оказалось внесение 20 т/га навоза и 30 т/га компоста. Повышение доли навоза в компосте приводило к большему снижению интенсивности транспирации листьев.

Независимо от внесения удобрений интенсивность транспирации в течение вегетации хлопчатника значительно изменялась – она была выше в начальные периоды вегетации. Понижение интенсивности транспирации у растений оказывает влияние и на другие физиологические процессы, в первую очередь на водный дефицит листьев.

Полученные результаты показали, что внесение удобрений под хлопчатник положительно влияло на водный режим растений, уменьшая водный дефицит листьев. Значительное действие на этот показатель оказало внесение 20 т/га навоза и 30 т/га компоста на фоне минеральных удобрений. Повышение содержания фосфора в составе навоза и компостов способствовало снижению водного дефицита листьев.

Следует отметить, что водный дефицит листьев может оказать заметное влияние на фотосинтез растений. Бриллиант [3, 4] обнаружила, что максимум интенсивности фотосинтеза растений достигается при водном дефиците 5–15 % и падает до нуля при дефиците 41–63 %. По данным автора, максимальная скорость ассимиляции различных листьев одного и того же вида пропорциональна их водно-

му запасу. Он полагает, что уменьшение водного запаса вызывает потерю фотосинтетической продуктивности в стареющих листьях.

В условиях жаркого и сухого климата на водный запас растений огромное влияние оказывает водоудерживающая спо-

собность листьев. У хлопчатника, выращенного на естественном фоне плодородия почвы, водоудерживающая способность листьев заметно меньше по сравнению с растениями, выращенными на фоне минеральных и органических удобрений (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние органических удобрений на водоудерживающую способность листьев хлопчатника, % оставшейся воды в листе от ее общего содержания

| Варианты | Фаза развития | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------------------|------|------|-------------|------|------|----------|------|------|--------------|------|------|------------|------|------|
| | 3–4 настоящих листа | | | бутонизация | | | цветение | | | плодоношение | | | созревание | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 77,3 | 47,8 | 28,2 | 74,5 | 45,2 | 31,2 | 75,5 | 43,1 | 36,8 | 76,0 | 47,5 | 27,6 | 71,3 | 43,2 | 25,4 |
| 2 | 78,6 | 53,6 | 32,4 | 76,2 | 50,1 | 34,8 | 77,4 | 47,6 | 30,3 | 78,2 | 52,1 | 31,5 | 73,6 | 46,8 | 29,7 |
| 3 | 79,4 | 57,1 | 35,8 | 77,4 | 62,3 | 37,6 | 78,6 | 49,2 | 32,5 | 79,7 | 54,0 | 34,2 | 75,2 | 49,6 | 32,4 |
| 4 | 79,0 | 55,0 | 33,7 | 76,5 | 51,7 | 36,0 | 77,8 | 18,6 | 31,6 | 78,5 | 53,2 | 33,0 | 75,0 | 48,2 | 30,2 |
| 5 | 79,5 | 57,0 | 35,2 | 77,2 | 52,5 | 36,6 | 78,4 | 49,3 | 32,3 | 79,6 | 54,2 | 34,5 | 75,5 | 50,2 | 31,2 |
| 6 | 78,0 | 55,2 | 33,6 | 76,3 | 50,6 | 34,7 | 77,4 | 47,1 | 31,0 | 78,0 | 52,0 | 32,5 | 74,2 | 48,0 | 30,0 |
| 7 | 78,3 | 53,2 | 33,8 | 75,2 | 50,1 | 35,0 | 76,5 | 47,8 | 30,5 | 77,4 | 51,9 | 31,2 | 74,1 | 47,8 | 29,8 |
| 8 | 78,4 | 55,0 | 34,3 | 75,5 | 51,4 | 36,3 | 76,6 | 48,0 | 30,1 | 77,1 | 52,6 | 32,0 | 74,5 | 49,3 | 30,4 |
| 9 | 79,6 | 56,4 | 35,1 | 76,4 | 52,5 | 37,2 | 78,1 | 49,4 | 32,8 | 78,3 | 53,8 | 33,8 | 75,4 | 50,1 | 32,5 |
| 10 | 79,6 | 57,5 | 37,5 | 78,6 | 53,3 | 38,1 | 78,6 | 50,2 | 33,7 | 79,2 | 54,5 | 34,5 | 76,6 | 50,4 | 33,2 |

Примечание: в графе 1 – содержание воды в начале опыта, 2 – через 2 ч, 3 – через 4 ч

В течение вегетации содержание воды в листьях хлопчатника изменялось незначительно. В конце вегетации наблюдалось снижение обводненности тканей листьев. Органические удобрения повышали обводненность ткани растений.

Под влиянием органических удобрений также значительно изменялись содержание хлорофилла в листьях и интенсивность фотосинтеза хлопчатника (таблица 8). Содержание хлорофилла в листьях хлопчатника вариантов с удобрениями было выше уже в начале вегетации. В фазе 3–4 настоящих листьев удобрения повышали содержание хлорофилла на 13–59 %, в фазах бутонизации, цве-

тения, плодоношения и созревания – соответственно на 29–86, 35–96, 32–189 и 42–135 % против контроля без удобрений. При этом наиболее эффективным было внесение 20 т/га навоза и 30 т/га компоста на фоне минеральных удобрений. Компосты в соотношении 80 % навоза и 20 % земли оказали наименьшее положительное действие на биосинтез и образование хлорофилла. Независимо от применяемых удобрений содержание хлорофилла повышалось до цветения хлопчатника, а затем снижалось.

Как известно, фотосинтез является определяющим фактором урожая [12]. В период вегетации хлопчатника интенсивность фотосинтеза может быть изме-

Таблица 8 – Влияние органических удобрений на содержание хлорофилла в листьях хлопчатника и на интенсивность фотосинтеза (в числителе – хлорофилл, % на сухое вещество, в знаменателе – интенсивность фотосинтеза, мг/дм²ч)

| Варианты опыта | Фаза развития | | | | |
|----------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 3–4 настоящих листа | бутонизация | цветение | плодоношение | созревание |
| 1 | <u>0.54</u> 74 | <u>0.66</u> 92 | <u>0.78</u> 107 | <u>0.65</u> 80 | <u>0.48</u> 45 |
| 2 | <u>0.71</u> 103 | <u>1.08</u> 118 | <u>1.31</u> 132 | <u>1.12</u> 110 | <u>0.97</u> 81 |
| 3 | <u>0.75</u> 112 | <u>1.20</u> 127 | <u>1.43</u> 140 | <u>1.23</u> 116 | <u>1.06</u> 92 |
| 4 | <u>0.70</u> 113 | <u>1.13</u> 123 | <u>1.26</u> 135 | <u>1.18</u> 104 | <u>0.90</u> 80 |
| 5 | <u>0.72</u> 96 | <u>1.10</u> 115 | <u>1.16</u> 128 | <u>1.28</u> 102 | <u>0.95</u> 85 |
| 6 | <u>0.65</u> 98 | <u>1.10</u> 110 | <u>1.18</u> 123 | <u>0.93</u> 94 | <u>0.81</u> 88 |
| 7 | <u>0.61</u> 83 | <u>0.85</u> 105 | <u>1.05</u> 110 | <u>0.86</u> 95 | <u>0.68</u> 75 |
| 8 | <u>0.72</u> 95 | <u>0.93</u> 117 | <u>1.08</u> 138 | <u>0.91</u> 105 | <u>0.70</u> 81 |
| 9 | <u>0.70</u> 108 | <u>1.15</u> 126 | <u>1.36</u> 146 | <u>1.05</u> 110 | <u>0.85</u> 90 |
| 10 | <u>0.86</u> 118 | <u>1.23</u> 134 | <u>1.53</u> 158 | <u>1.18</u> 128 | <u>1.13</u> 105 |

нена различными агротехническими приемами. Наиболее мощный фактор регулирования фотосинтеза – удобрения. Внесение NPK-удобрений приводит к существенному повышению интенсивности фотосинтеза. В использованном в опыте навозе содержалось 0,20 % азота, 0,25 % фосфора и 0,18 % калия. Следовательно, в 20 т навоза было 40 кг азота, 50 кг фосфора и 37 кг калия. Кроме того, навоз содержит микроэлементы, богат активными биологическими веществами, ферментами и является источником углекислого газа для фотосинтеза. Таким образом, действие органических удобрений на растения многогранно.

Полученные в опыте результаты показали, что удобрения оказывали положительное влияние на фотосинтез в течение всего периода вегетации хлопчатника. Применение минеральных удобрений

повышало интенсивность фотосинтеза на 23–80 %, а органические удобрения (20 т/га навоза и 30 т/га компостов с суперфосфатом) – на 104–133 % по сравнению с контролем.

Благоприятное влияние органических удобрений на физиологические процессы способствовало получению высококачественных и устойчивых урожаев хлопка-сырца в условиях малоплодородных новоосваиваемых такыровидных почв зоны Каракумского канала (NCP₀₅ = 2,48 ц/га):

Варианты: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Урожай, ц/га - 32,8; 37,5; 35,2; 34,1; 32,6; 31,6; 33,1; 33,1; 38,8; 40,5.

Применение удобрений оказывало резкое влияние на формирование доморозного урожая хлопка-сырца. Ценнейший доморозный урожай хлопка-сырца на контроле без удобрений составил 32,8 ц/га, на фоне минеральных удобрений –

26,7 ц/га, при внесении к этому фону 20 т/га навоза – 35,2 ц/га. Внесение компоста с суперфосфатом в норме 30 т/га обеспечило получение 32,8 ц/га высококачественного доморозного хлопка. Полученный эффект от внесения 20 т/га компоста, особенно при 80 % навоза и 20 % земли, незначителен по сравнению с вариантами, где внесено 20 т/га навоза и 30 т/га компоста. Вместе с тем прибавка урожая хлопка-сырца в этих вариантах по сравнению с контролем была сравнительно высокой.

Таким образом, применение 20 т/га навоза и 30 т/га компоста с суперфосфатом под тонковолокнистый хлопчатник обеспечивало получение высокого стабильного урожая хлопка в условиях новоорошаемых почв зоны Каракумского канала.

Применение органоминеральных удобрений способствовало получению не только максимального в опыте урожая, но и хлопка-сырца с высокими технологическими качествами. Сочетание минеральных удобрений с органическими увеличивало выход волокна – от 28,5 до 36,0 %, длину – от 38,1 до 40,4 мм, крепость – от 4,2 до 4,8 г, коэффициент зрелости – от 2,0 до 2,2, метрический номер – от 7670 до 8010 м и разрывную длину – от 36,4 до 37,5 км. Органические удобрения заметно увеличивали процентный выход хлопкового волокна во всех сборах урожая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Новоосваиваемые тяжелосуглинистые по механическому составу светлые сероземы Акбугдайского района имеют невысокое естественное плодородие. Урожай тонковолокнистого хлопка-сырца здесь в среднем за три года можно повысить более, чем в 2 раза. В результате установлено, что оптимальная норма удобрений при очень низком содержа-

нии в почве подвижного фосфора – $N_{240}P_{160}K_{75}$ кг/га, а при низком – $N_{240}P_{120}K_{75}$ кг/га. Их применение в среднем за 3 года обеспечило получение соответственно 33,1 и 34,2 ц/га при уровне урожая на контроле 14,3 и 16,2 ц/га.

2. Применение минеральных удобрений оказывает существенное влияние на содержание азота, фосфора и калия в органах хлопчатника. В зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений вынос азота, фосфора и калия хлопчатником с 1 га составил соответственно: 74,6 – 262,2 кг; 21,1 – 78 кг и 53,0 – 259,7 кг. Наибольший вынос питательных элементов отмечен в варианте $N_{320}P_{200}K_{75}$ и наименьший в абсолютном контроле. Минеральные удобрения в зависимости от доз и соотношений по разному используются на образование урожая. Для образования 1 т хлопка-сырца расходуется азота 60,2–75,5 кг, фосфора 16,2–24,3 кг, калия 44,2–75,0 кг.

3. Оптимальной нормой азота, улучшающей технологические свойства тонковолокнистого хлопка является не менее 240 кг/га при отношении к фосфору и калию при очень низком содержании в почве фосфора 1:0,7:0,3 – 1:0,8:0,3, при низком содержании – 1:0,6:0,3 – 1:0,5:0,3. Применение низких норм азота порядка 200 кг/га, даже при оптимальном его соотношении к фосфору и калию (1:0,7:0,3) в большинстве случаев ухудшает качество волокна.

4. При двойном сочетании минеральных удобрений наилучшее влияние на содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза оказывает $N_{200}P_{80}$, а при тройном – $N_{320}P_{200}K_{75}$. Вегетативная масса тонковолокнистого хлопчатника значительно увеличивается при повышенной годовой норме удобрений ($N_{320}P_{200}K_{75}$), а урожай хлопка-сырца оптимальной ($N_{240}P_{160}K_{75}$).

5. Внесение навоза в дозе 20 т/га и компостов – 30 т/га способствует повышению количества гумуса в пахотном слое (0–30 см) почвы. Органические удобрения усиливают процессы образования генеративных и вегетативных органов хлопчатника. На 1 сентября высота главного стебля растений в среднем по вариантам достигал 91,1 см, на фоне ($N_{250}P_{175}K_{75}$) – 87,6 см, 20 т/га навоза – 96,8 см и 30 т/га компоста – 102 см.

6. Продуктивность хлопчатника на фоне ($N_{250}P_{175}K_{75}$) составила 95,0 ц/га, 20 т/га навоза – 106,8 ц/га, 30 т/га компоста – 127,9 ц/га. На фоне доморозный урожай хлопка сырца достигал 27,1 ц/га, 20 т/га навоза – 34,1 и 30 т/га компоста – 36,4 т/га, прибавка соответственно составила 6,4 и 8,3 ц/га. Общий урожай хлопка-

сырца на контроле – на фоне 32,8 ц/га, 20 т/га навоза – 37,5 ц/га и 30 т/га компоста – 40,5 ц/га, а прибавка соответственно: 4,7 и 7,7 ц/га.

7. Применение навоза и компостов снижает интенсивность транспирации, водный дефицит и повышает водоудерживающую способность листьев хлопчатника. Под влиянием этих удобрений значительно повышается биосинтез и содержание хлорофилла, усиливается фотосинтез хлопчатника.

8. Воздействие минеральных удобрений с органическими увеличивало выход волокна – 28,5–36,0 %, длину – 38,1–40,4 мм, крепость – 4,2–4,8 г, коэффициент зрелости – 2,0–2,2, метрический номер – 7670–8010 м и разрывную длину – 36,4–37,5 км.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука. 1975. 456 с.
2. Балябо Н.К. Повышение плодородия почв орошаемой хлопковой зоны СССР. М.: Сельхозгиз. 1953. 445 с.
3. Бриллиант В.А. Фотосинтез как процесс жизнедеятельности растения. М.: Изд-во АН СССР. 1949. 415 с.
4. Генкель П.А. Физиология растений. М.: Просвещение. 1975. 303 с.
5. Голодковский Л.И. Местные удобрения. Ташкент. УзССР. 1936. 44 с.
6. Джумаев О.М. Местные удобрения. Ашхабад. Туркменистан. 1957. 50 с.
7. Дюжев Г.А. Удобрение тонковолокнистого хлопчатника в Туркменской ССР. Ашхабад. Ылым. 1983. 160 с.
8. Караханов О.М., Дюжев Г.А., Синников Д.С. Орошение и удобрение тонковолокнистого хлопчатника на осваиваемых светлых сероземах // Химия в сельском хозяйстве. 1978. 6. С. 43.
9. Мадраимов И. Калийные удобрения в хлопководстве. Ташкент. Узбекистан. 1972. 246 с.
10. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Ташкент. 1963. 439 с.
11. Методы агрохимических анализов почв Средней Азии. Ташкент. 1977. 187 с.
12. Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения. Ташкент. 1981. 246 с.
13. Мередов К. Влияние органических удобрений на физиологические процессы и урожайность тонковолокнистого хлопчатника // Агрохимия. 1988. 7. С. 81–85.
14. Мередов К. Оптимизация агроэкологических условий сероземных почв Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 1997. 6. С. 66–72.
15. Пирахунюв Т.П. Фосфорное питание хлопчатника в различных почвенных условиях. Ташкент. ФАН. 1977. 165 с.

16. Практикум по физиологии растений. М.: Колос. 1972. 168 с.
17. Прянишников Д.Н. Агрохимия. М.: Сельхозгиз. 1946. 644 с.
18. Сабинин Д.А. Избранные труды по минеральному питанию растений. М.: Наука. 1971. 511 с.
19. Саттаров Д. Продуктивность хлопчатника в системе сорт – почва – удобрение // Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.с.-х.н. Москва. 1996. 35 с.
20. Системы ведения сельского хозяйства Туркменской ССР. Ашхабад. Ылым. 1978. 372 с.
21. Скрябин Ф.А. Навоз в системе удобрения хлопчатника в орошаемых условиях Средней Азии. Ташкент. ФАН. 1970.
22. Яровенко Г.И. Физиолого-агрохимические основы повышения эффективности азотных удобрений в хлопководстве. Ташкент. Узбекистан. 1969. 282 с.

РЕЗЮМЕ

Объектами исследования служили полевые опыты с минеральными и органическими удобрениями, проводимые в сероземах и такыровидных почвенных условиях Туркменистана. Представлены теоретические и практические обоснования о различных степенях обеспеченности новоорошаемых почв элементами – нитратного азота, подвижного фосфора, обменного калия и содержание гумуса.

Система комплексного применения доз и соотношений минеральных и органических удобрений при возделывании тонковолокнистых сортов хлопчатника по индустриальной технологии для хлопкосеющих этрапов Туркменистана, обеспечивающих получение 33–40 ц/га хлопка-сырца.

Установлены оптимальные дозы и соотношения минеральных и органических удобрений под тонковолокнистые сорта хлопчатника с учетом агроэкологических показателей почв: физиологических процессов в новоорошаемых светлых сероземах и такыровидных почвах подгорной равнины Копетдага. Впервые выявлена связь между агрохимическими свойствами почв, урожайностью и эффективностью удобрений в производственных условиях.

RESUME

As objects of research field experiences with mineral and organic fertilizers, spent in sierozem and takyr like soil conditions of Turkmenistan are in use. Theoretical and practical bases about various degrees of provision of new irrigated soils by elements – nitrate nitrogen, mobile phosphorus, exchange potassium and humus content are presented.

System of complex application of doses and correlation of mineral and organic fertilizers at cultivation of fine-fibered growth of cotton on industrial technology for cotton sowing etraps of Turkmenistan, 33 - 40 centner/hectares of raw cotton providing reception is described.

It is established optimum doses and correlations of mineral and organic fertilizers under fine-fibered growth of cotton taking into account agroecological soils indicators for physiological processes in new irrigated light sierozem and takyr like soils of Kopetdag foothills plain.

For the first time connection between agrochemical properties of soils, crop yield and efficiency of fertilizers in industrial conditions is revealed.