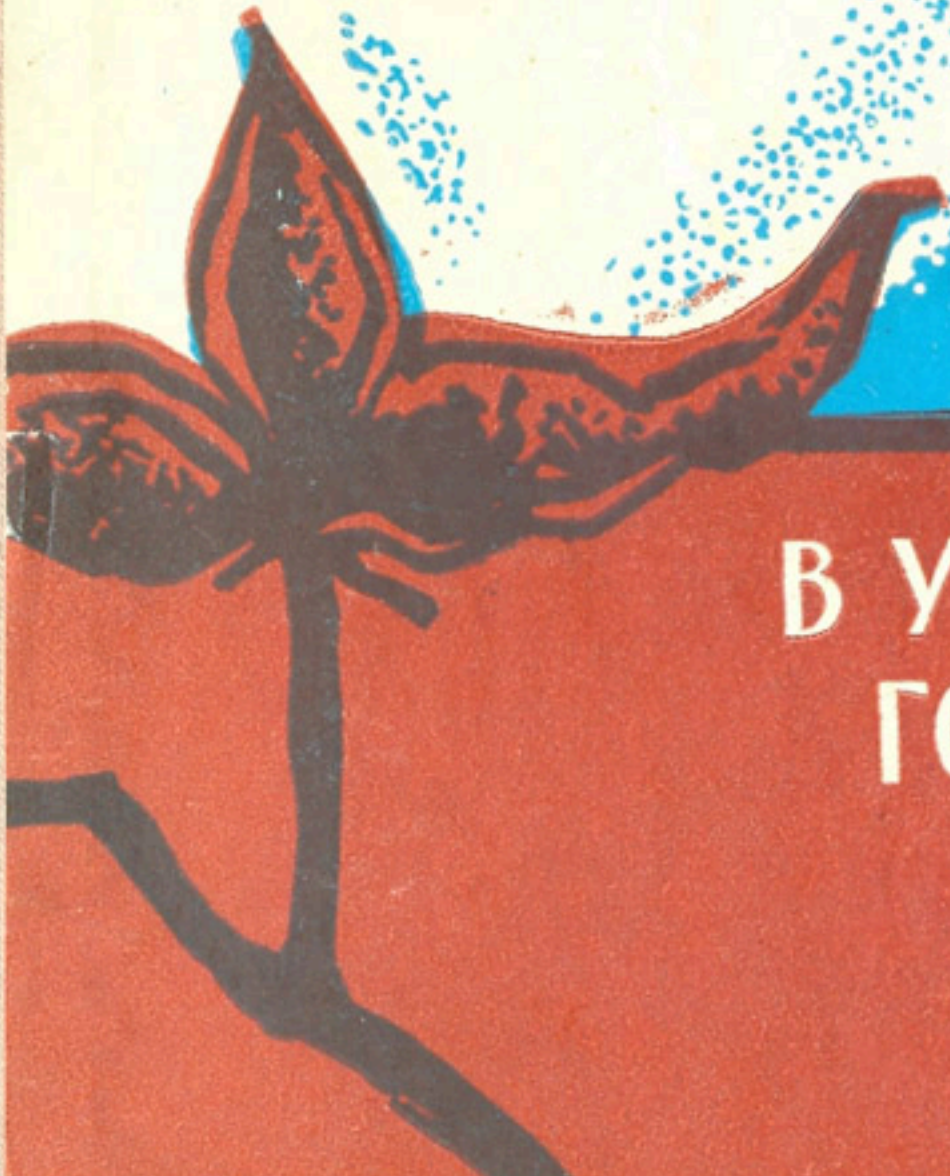


317
Ж.Я. Батыев

УДОБРЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА



В УСЛОВИЯХ
ГОЛОДНОЙ
СТЕПИ

517
631.8:633.511
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХЛОПКОВОДСТВА (СоюзНИХИ)

Ж. Я. БАТЬКАЕВ

УДОБРЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ФАН» УЗБЕКСКОЙ ССР
ТАШКЕНТ — 1978

УДК 633.511:631.811

Батьяев Ж. Я. Удобрение хлопчатника в условиях Голодной степи. Ташкент, Издательство «Фан» Узбекской ССР. Табл.— 78, рис.— 11, стр. 144.

В монографии дана характеристика почвенных разностей Голодной степи, солевого режима орошаемых земель под хлопчатником; представлены результаты исследований по системе удобрения хлопчатника с учетом агрофизических, агрохимических свойств, окультуренности почв, севооборотного поля, давности освоения, уровня агротехники и т. д.

Автором разработаны научно обоснованные рекомендации по повышению плодородия почв, эффективному применению минеральных удобрений и получению максимальных урожаев, которые заслуживают внимания производителей.

Книга представляет интерес для агрономов, агрохимиков, специалистов сельского хозяйства.

Ответственный редактор
заслуженный деятель науки УзССР
канд. биол. н. М. А. Белоусов

Батьяев Ж. Я.

Удобрение хлопчатника в
условиях Голодной степи/Ж. Я.
Батьяев; МСХ СССР, Всесоюз.
науч.-исслед. ин-т хлопковод-
ства (СоюзНИХИ); Отв. ред. М. А.
Белоусов.— Т.: «Фан», 1978.— 144 с

633.51

Голодная степь — один из основных регионов орошаемого земледелия в СССР. До Великой Октябрьской социалистической революции в Голодной степи было освоено лишь 12 тыс. га. Активное освоение ее земель было начато в соответствии с декретом, подписанным В. И. Лениным 17 мая 1918 г., «Об ассигновании 50 млн. рублей на оросительные работы в Туркестане и об организации этих работ»¹. В последующем интенсивное освоение Голодной степи было предусмотрено постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 14 июня 1958 г. «О дальнейшем расширении и ускорении работ по орошению и освоению Голодной степи в Узбекской ССР, Казахской ССР и Таджикской ССР»².

К настоящему времени освоение земель Голодной степи завершено. На огромной территории, примерно в 1 млн. га, расположены хозяйства Сырдарьинской и Джизакской областей Узбекской ССР, Пахтааральского, Жетысайского и Кировского районов Казахской ССР и Зафарабадского района Таджикской ССР. В этой зоне под посевами хлопчатника занято более 300 тыс. га, на которых ежегодно производится более 800 тыс. т хлопка.

Голодная степь стала всесоюзной опытно-производственной базой комплексного освоения новых земель. Более полувека назад, в 1924 г., здесь было образовано первое в Советском Союзе хлопководческое государственное хозяйство-совхоз «Пахтаарал». На пустынных землях хлопковые плантации этого хозяйства казались зеленым островом. Отсюда и родилось название совхоза — «Пахтаарал», или «остров хлопка».

В 1927 г. на территории совхоза была организована Пахтааральская опытно-оросительная станция, которая в 1932 г. преобразована в зональную опытную станцию СоюзНИХИ. В связи с расширением орошаемых земель она была реорганизована в Пахтааральскую опытную комплексную станцию хлопководства.

¹ В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 43, стр. 200.

² Сб. решений по сельскому хозяйству. М., Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963, стр. 286—289.

Научно-исследовательская работа коллектива этой станции была подчинена разработке проблем агротехники хлопчатника и других культур, способов мелиорации засоленных земель, изучению роли севооборотов и системы удобрения хлопчатника в повышении плодородия почвы и др. Поиски ученых проходили непосредственно на полях хозяйства и в содружестве со специалистами совхоза, поэтому рекомендации опытной станции широко внедрялись в производство.

На территории совхоза «Пахтаарал» в различные периоды проводились исследования по изучению генезиса, физики, химии, микробиологии, изменения производительной способности почв в связи с орошением, освоением севооборотов, применением удобрений и т. д.

В монографии обобщаются многолетние экспериментальные материалы по удобрению хлопчатника, полученные на Пахтааральской опытной станции, где с 1960 г. исследования с удобрениями проводятся с участием автора.

В работе содержатся результаты опытов с удобрениями, полученные научными учреждениями и отдельными исследователями в условиях Голодной степи, а также обобщается богатый опыт совхоза «Пахтаарал» по системе удобрения хлопчатника в полях хлопково-люцернового севооборота, где на площади более 6600 га получают более чем по 40 ц/га хлопка-сырца.

ГЛАВА I

ПОЧВЫ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ И ИЗМЕНЕНИЕ ИХ ПЛОДОРОДИЯ В СВЯЗИ С КУЛЬТУРОЙ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Перспективность Голодной степи для орошения известна давно. Первоисследователь Голодной степи Н. А. Димо (1911) писал, что попытки вывести воду и создать здесь орошаемые оазисы предпринимались уже в глубокой древности, на что указывают следы древнего орошения.

Компактность территорий, равнинный, удобный для орошения рельеф, благоприятные почвенно-климатические условия, близость к источникам орошения, транспортным магистралям, основному экономическому и культурному центру республики — Ташкенту, определяют Голодную степь как один из лучших объектов для развития орошаемого земледелия, в первую очередь под хлопчатник.

Первые плантации хлопчатника в Голодной степи были заложены в 70-х годах прошлого века: одна вблизи кишла. Бекабад в юго-восточной части Голодной степи, другая — в Дальварзинской степи (Мамедов, 1965).

В 70—80-х гг. XIX в. было начато сооружение грандиозной каменной плотины на р. Сырдарье у скалистых утесов Фархада. Оросительная способность Голодостепенского канала ко времени выкупа его государством в конце 90-х гг. определялась 10 000 га.

Вначале главная масса орошаемых земель располагалась по правой ветви магистрального канала, затем была построена левая ветвь, оросившая северо-западную незасоленную часть Голодной степи. В. А. Ковда (1948) относит начало орошения Голодной степи к 1898 г., когда был сооружен Бекабадский канал.

В 1907—1909 гг., по поручению отдела земельных учреждений Переселенческого управления, Н. А. Димо (1911) провел почвенные исследования юго-восточной и восточной частей Голодной степи. В результате изучения влияния орошения на солевой режим этих почв были установлены виды засоления по величине и глубине залегания солевых горизонтов и связь засоления с глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод. Отмечено влияние орошения на повышение их уровня.

В последующем (1911—1916 гг.) Н. А. Димо были продолжены исследования остальной части Голодной степи. В его работе по Голодной степи дается описание рельефа и освещается генезис грунтов. Происхождение грунта восточной части степи связывается с деятельностью р. Сырдарьи, западной — с пролювиальным сносом с Туркестанского хребта.

Н. А. Димо выделяет почвы подгорных пустынно-степных равнин Средней Азии как особый почвенный тип — светлосеземы с подразделением их на плодородные и пустынные. Аналогичные почвы под названием сероземов (термин теперь общепринятый) были выделены и описаны С. С. Неуструевым (1910).

На территории Голодной степи систематически проводились исследования почвенного покрова, и к настоящему времени накоплен богатый материал о влиянии орошения на свойства этих почв.

В 1922—1925 гг., вскоре после начавшегося освоения и быстрого появления вторичного засоления орошаемой части Голодной степи, почвенные съемки были продолжены Ю. А. Скворцовым и А. А. Скворцовым под руководством Н. А. Димо. В 1927—1932 гг. вопросами гидрогеологии занимается М. М. Решеткин (1932).

Важным этапом в изучении почвенного покрова Голодной степи являются детальные почвенные съемки орошаемых районов в связи с широким применением удобрений в Средней Азии.

В первом туре (1932 г.) съемкой были охвачены все колхозные земли Голодной степи. В обследовании участвовали Б. В. Горбунов, К. М. Клавдиенко, С. П. Матусевич, И. И. Синягин. Были составлены карты по засолению и эффективности минеральных удобрений по Мирзачульскому и Пахтааральскому районам. В 1935—1937 гг. эти карты были детализированы С. П. Сучковым, М. А. Панковым, Б. А. Пудовкиным.

Следующий важный этап (1937—1939 гг.) в исследовании почв Голодной степи — работы Почвенного института АН СССР в совхозе «Пахтаарал».

С историей освоения Голодной степи связаны имена таких ученых, как Ф. М. Моргунов, Н. И. Курбатов, В. Ф. Булаевский, сделавших много в области поливного земледелия, мелиорации и освоения поливных земель (по А. Мамедову, 1965).

В послевоенные годы результаты исследований были обобщены в монографиях А. Н. Розанова (1951), Б. В. Федорова (1953), М. А. Панкова (1957) и др.

В 1956 г. в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 6 августа 1956 г. «Об орошении и освоении целинных земель Голодной степи в Узбекской и Казахской ССР для увеличения производства хлопка»¹ было предпринято исследование целинных и орошаемых земель по изучению литологии покровных толщ, гидрогеологии и почвоведению в Голодной

степи с целью обоснования проектов орошения целинных земель и использования грунтовых вод для водоснабжения и орошения (Рыжов, 1957; Сучков, 1959, 1961; Зимина, 1961; Лазарев, 1961; и др.).

Особое место в изучении почв Голодной степи занимают многолетние исследования опытных станций — Голодностепской и Пахтааральской.

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ЗЕМЕЛЬ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Почвенные разности

Голодная степь — это обширная древнеаллювиальная равнина. В южной части она сложена лессово-суглинистыми и щебневатыми выносами рек и саев, питающихся со склонов Туркестанского хребта.

Несмотря на равнинность рельеф степи включает обширные депрессии: Арнасайскую, Джетысайско-Сардобинскую и Шурузакскую, расположенные параллельно современному течению р. Сырдарьи и, по-видимому, являющиеся ее древними руслами. Сложены они слоистыми довольно пестрыми породами.

Депрессии разделены обширными приподнятыми равнинами — водоразделами. Грунты и почвы депрессии вследствие близости грунтовых вод в нижних слоях засолены еще до орошения. С началом орошения засоление развивалось наиболее сильно и местами охватило сплошные массивы.

Общий грунтовый поток Голодной степи направлен с юга на север и северо-запад от предгорий к Сырдарье и Арнасаю, служащим естественным дренажом.

Весьма существенная особенность, отличающая Голодную степь от Ферганы и Вахша, — исключительно высокие капиллярные свойства лёссовых грунтов и почв (Ковда и др., 1940). Влага вместе с растворами солей способна подниматься от уровня грунтовых вод к поверхности почвы на высоту 3—3,5 м. В Фергане на такой глубине грунтовые воды неопасны, тогда как в Голодной степи они ведут к вторичному засолению.

В. А. Ковда (1948) территорию Голодной степи по условиям геологического строения делит на две части:

- а) предгорья Туркестанского хребта и Нуратау;
- б) голодностепская равнина и современные террасы р. Сырдарьи. Голодная степь — третья терраса Сырдарьи, представляющая собой разновидность аллювиальной равнины.

Равнинная часть Голодной степи весьма перспективна для орошения под культуру хлопчатника благодаря многим факторам, в частности легкости ирригационного освоения, высокого плодородия и т. п.

¹ В кн. «Справочник партийного работника», М., 1957, стр. 181—185.

С. П. Сучков (1959) делит голодностепскую равнину на два крупных геоморфологических почвенных района.

I. Центральная часть степи, геоморфологически связанная со шлейфами древних конусов выноса, представлена светлыми сероземами, средне- и тяжелосуглинистыми, глубоко засоленными, развитыми на тонкослойных суглинистых и глинистых мощных отложениях, с глубоким залеганием минерализованных вод, исключаящих влияние на современный процесс почвообразования.

II. Южная часть степи геоморфологически связана с пониженными покатами равнинными современными конусов выноса и представлена сероземами светлыми, сероземами глееватыми и сероземно-луговыми почвами, солончаковатыми с сульфатным типом засоления на юго-западе и в комплексе с солончаками сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления на юго-востоке. Грунтовые воды вследствие обильного притока и затрудненного оттока устойчивы и преимущественно неглубокого залегания.

Генезис почв и грунтов южной части степи связан с пролювием и делювием Туркестанского хребта.

По А. Н. Розанову (1948), на первый взгляд почвенный покров степи однороден. Однако различная степень засоления почв, отраженная в морфологии и физико-химических свойствах, определяет генетическую пестроту ее почвенного покрова. Автор по почвенно-геоморфологическим условиям выделяет здесь следующие районы: 1) почвы современной долины реки Сырдарьи; 2) Голодностепскую равнину; 3) Шурузьякское понижение; 4) Джетысайское понижение; 5) Сардобинскую впадину; 6) урочище Арнасай с предкызылкумским всхолмлением; 7) Тузканинскую впадину; 8) подгорную покатошь Туркестанского хребта.

Несколько позже М. А. Панков (1957) с учетом распределения почв по степени и характеру засоления, закономерно увязанных с геоморфологическими и гидрогеологическими условиями, выделяет следующие районы:

1) подгорную лёссовую покатушую равнину, занятую типичными незасоленными сероземами — район богарного земледелия;

2) юго-восточный угол Голодной степи, занятый светлыми сероземами хрящевато-галечниковыми или мелкозернистыми с различной глубиной залегания гальки (возрастающей на северо-запад);

3) южную часть Голодной степи, занятую солончаковыми сероземами с пятнами солончаков. Эта зона приближения к поверхности (3—5 м) минерализованных грунтовых вод. При орошении района неизбежно засоление, поэтому требуется устройство дренажной сети;

4) центральную Голодностепскую равнину, сложенную слоистыми, главным образом глинистыми отложениями озерно-пролювиального типа, занятую солончаковыми сероземами. Грунты здесь пестры и, как правило, содержат большое количество солей. Грунтовые воды залегают глубоко (20—25 м), слабо сточны

и сильно минерализованы. Освоение этого крупного массива требует серьезных мероприятий профилактического характера по предотвращению подъема грунтовых вод;

5) северо-западный лёссовый массив Голодной степи, характеризующийся большим разнообразием почв по засолению. Расположен между Каройским понижением на юге, Арнасаем на западе, р. Сырдарьей на севере и Шурузьяком на востоке. До орошения почти целиком был незасолен. Грунтовые воды залегают на глубине 10—20 м;

6) приарнасайский массив с волнистым рельефом, чередованием засоленных почв в понижениях и незасоленных на повышениях. Грунтовые воды здесь сильно минерализованы, хлоридного типа, залегают близко к дневной поверхности.

По режимам грунтовых вод и водно-солевому почве Голодной степи могут быть объединены в соответствии с предложением И. К. Киселевой (1957) в 3 группы:

1. Участки, характеризующиеся избыточным водным балансом или преобладанием притока грунтовых вод над оттоком.

2. Участки с некоторым равновесием между притоком и оттоком грунтовых вод.

3. Участки с преобладанием местного оттока над притоком грунтовых вод.

По данным В. А. Ковды (1948), на территории Голодной степи ежегодное поступление подземных вод составляет 1—1,5 млрд. м³, что служит важным фактором питания грунтовых вод. Кроме того, по его мнению, не будет большой ошибкой считать, что из 900 млн. м³ годового притока оросительных вод до 50%, т. е. около 450 млн. м³, уходит на питание грунтовых вод.

Массивы в бессточных и полусточных депрессиях (Сардобинское, Шурузьякское, Джетысайское, Арнасайское и др.) прежде всего подвергаются подтопляющему действию грунтовых вод за счет гидростатического давления.

Главная причина возникновения бросовых земель в Голодной степи (солончаков и заболоченных площадей), бесспорно, грунтовые воды, которые при избыточном и неправильном орошении могут резко подниматься. М. А. Панков (1957) указывает, что орошение, начатое здесь в 1912 г., вызвало резкий подъем грунтовых вод из-за больших потерь на фильтрацию в ирригационной сети и хищнического водопользования. Расходы воды достигали 30—40 тыс. м³/га.

Освоение новых земель (110 тыс. га), начатое в 1939 г. без предварительных мелноративных работ, вело к повышению уровня грунтовых вод и засолению.

Установлено, что чем ниже стоят первичные грунтовые воды, тем в меньшей степени может проявиться вторичное засоление почв под влиянием орошения (Федоров, 1929). Позже Б. В. Федоров, подчеркивал, что ежегодное накопление солей на орошаемой территории отмечается лишь при близком (1—2 м) залегании

грунтовых вод, при более глубоком (3 м и более) происходит рассоление.

Одно из мероприятий по предупреждению засоления и борьбе с засолением орошаемых земель — улучшение эксплуатации ирригационной сети. «Засоление и заболачивание орошаемых земель не могут рассматриваться как неизбежное, естественное явление и спутник всякого орошения, а являются следствием низкой техники орошения» (Виноградов, 1939). По словам Л. И. Правосолова (1948), «отмечая сильный рост засоления орошаемых зе-

Таблица 1

Распределение почв земельного фонда Голодной степи по степени засоления

Категория засоленности	1908—1911 гг. Н. А. Дюмо		1923—1924 гг. М. А. Панков		1934—1935 гг. ЦСУА Союз НИИХИ		1952—1953 гг. Узгипроводхоз		1967 г. Голод- ностепск. уп- р-ва, оросит. сист.	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Незасолен- ные	94,5	56	49,5	30	22,8	13	—	—	169,0	59
Слабозасо- ленные	31,9	19	35,7	21	50,8	30	54,6	50	100,5	35
Среднезасо- ленные	27,3	16	44,5	26	22,4	13	15,8	14	13,6	5
Сильнозасо- ленные	3,6	2	21,1	12	33,3	20	19,7	18	2,0	1
Солончаки	11,8	7	19,6	11	40,3	24	20,2	18	—	—
Всего	169,1	100	170,4	100	169,6	100	110,3	100	285,1	100

мель, мы должны вместе с тем подчеркнуть также широкое развитие в Голодной степи обратных процессов рассоления орошаемых почв.

Опыт борьбы с засолением и полная реконструкция сельского хозяйства на основе внедрения травопольных севооборотов и новой системы орошения, широкая механизация всех процессов земледелия, ввод в действие скважин вертикального дренажа, расширение коллекторной сети, а также планомерное и неуклонное внедрение достижений науки и передового опыта позволяет избавиться от засоления. Внедрение комплекса агротехнических и мелиоративных мероприятий в Голодной степи улучшило состояние земель, снизило засоление почвы (табл. 1).

По определению Голодностепского управления оросительных систем, в 1967 г. из обследованных 285,1 тыс. га незасоленных почв выявлено 59%, слабозасоленных 35, среднезасоленных и сильнозасоленных всего 1%. В предыдущие, особенно 30-е и 50-е, годы засоленных и слабозасоленных земель было значительно больше.

Изучение гидрогеологии Голодностепской равнины важно как для понимания исторических условий, так и для проведения мелиоративных и агротехнических мероприятий.

Известно, что эффективность удобрений находится в прямой зависимости от плодородия почвы, которое, в свою очередь, определяется климатическими условиями, деятельностью почвенных микроорганизмов, агрофизическими и агрохимическими свойствами почвы, обусловленными давностью орошения и культурой земледелия. Поэтому в данном разделе освещаются указанные вопросы, непосредственно связанные с применением минеральных удобрений в конкретной почвенно-климатической зоне.

Климатические условия

По климатическим условиям Голодная степь относится к зоне пустынь (Панков, 1948) и характеризуется малым количеством осадков и неравномерным их распределением в течение года, высокими температурами летом и довольно низкими зи-

Таблица 2

Среднемесячная сумма осадков, мм

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Чардара	15	20	25	35	22	2	4	3	0	8	11	15	160
Чиназ	34	36	43	42	22	8	4	0	3	13	30	40	275
Мирзачуль (Гулистан)	32	31	39	38	27	7	3	1	4	17	32	10	241
Урсатьевская (Хаваст)	30	32	37	40	31	10	2	2	5	6	33	37	265
Запорожская	34	30	42	43	25	9	2	0	3	17	27	29	251
Пахтаарал	21	28	42	40	38	9	1	1	2	11	23	45	262
Ломакино	34	41	61	45	31	6	1	0	1	19	30	39	308
Джизак	65	50	70	64	36	12	4	1	4	26	42	43	416

мой, большой сухостью воздуха в теплос время и сильным испарением с поверхности почвы.

Данные Гидрометеослужбы Узбекской ССР о количестве осадков по 8 метеорологическим станциям, расположенным в разных пунктах Голодной степи, приводятся в табл. 2.

По количеству осадков южная часть Голодной степи (ст. Урсатьевская и Ломакино) значительно отличается от средней и особенно северо-западной частей. Максимум (416 мм) выпадает в районе г. Джизака, минимум — в районе Чардары (160 мм), в средней части степи годовая сумма осадков колеблется в пределах 241—275 мм.

Обращает внимание резко выраженная периодичность атмосферных осадков, приуроченная к зимне-весенним месяцам. Весной

(март—май) выпадает 39—51% годовой суммы, летом (июнь—август)—2,6%, за исключением Урсатьевска (15%), осенью (сентябрь—ноябрь)—12—22%, зимой (декабрь—февраль)—31—40%.

Зимне-весенние осадки частично обеспечивают вымывание вредных для растений солей из пахотного слоя почвы, создают в ней запас влаги, а на участках с близким залеганием опресненных или слабоминерализованных грунтовых вод способствуют увеличению мощности опресненного верхнего слоя грунтовых вод—

Таблица 3

Среднемесячная температура воздуха, °C

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Чардара	-8,2	2,1	5,1	13,4	21,4	26,4	28,3	26,6	19,6	12,0	2,0	-3,2	12,0
Чиназ	-4,9	0,8	7,5	15,4	20,2	25,2	27,0	24,7	18,5	12,1	4,6	-1,0	12,4
Мирзачуль (Гулистан)	-2,1	0,9	7,6	15,2	21,5	24,4	27,9	25,6	19,5	12,6	5,8	0,4	13,4
Урсатьевская (Хаваст)	-4,2	1,3	8,4	16,5	21,9	27,1	30,4	28,0	21,6	14,3	6,8	0,4	14,4
Запорожская	-0,9	1,5	8,5	15,7	21,5	26,4	28,3	26,3	20,3	13,5	6,3	1,3	14,0
Пахтаарал	-8,0	2,4	5,8	14,3	20,8	25,2	27,1	25,1	18,4	12,3	3,6	0,0	12,4
Ломакино	-2,8	2,5	6,7	14,0	20,8	27,3	30,1	27,7	21,1	14,3	6,0	3,0	14,3
Джизак	-1,1	1,9	7,9	14,9	20,9	25,8	28,3	26,3	20,7	13,6	7,1	2,2	14,0

«пресной подушки», создаваемого осенне-зимними промывными поливами на фоне дренажа.

Преобладающая часть атмосферных осадков выпадает в виде дождя. Снежный покров неустойчив, сохранность его возрастает по направлению с юго-запада на северо-восток, а также по мере возрастания абсолютной высоты местности в предгорьях. В среднем снежный покров лежит 30—40 дней, мощность его около 5—7 см, в отдельные годы больше.

Многолетняя среднемесячная температура воздуха (табл. 3) в северо-западной части (Чардара, Пахтаарал) равна 12,0—12,4°C, в южной части степи (Урсатьевская) возрастает до 14,4°C.

Среднемесячная температура июля на севере Голодной степи около 27—28°C, на юге достигает 30,1—30,4°, причем нарастает с северо-востока на юго-запад, по направлению к жаркой пустыне. Средние температуры января изменяются от -8,2° на севере до -1,1°C на юге. Абсолютный минимум по многолетним данным достигает -35°C.

Неравномерное увлажнение в течение года и быстрое нарастание температуры воздуха от весны к лету определяют своеобразный водно-тепловой режим, выражающийся в двух гидротермических периодах: влажной теплой весне и жарком сухом лете,

Величина испарения с поверхности почвы весной равна 296,4 мм, летом—456,9, осенью—144,7, зимой—71,5 мм, всего за год испаряется 969,5 мм, а годовое количество осадков составляет 160—416 мм, или в 2—6 раз меньше (Теодорович, 1957).

Испарение с водной поверхности р. Сырдарьи по ст. Запорожская достигает 1700 мм за год, с мая по сентябрь—1100 мм, по ст. Чардара—1600 и 1200 мм.

Суммарный расход воды на испарение и транспирацию на хлопковом поле и понижениях водосброса Шурузяк при глубине грунтовых вод 1,5—2,5 м равен 1460 мм за вегетационный период с 5 мая по 5 октября. С увеличением глубины грунтовых вод этот расход уменьшается, с повышением их уровня возрастает.

Малое количество осадков и высокая испаряемость создают с весны к осени восходящий ток воды в почве, что приводит к накоплению солей в верхних слоях.

Величина испарения может значительно варьировать в зависимости от влажности почвы, состояния ее поверхности и других факторов.

Продолжительность безморозного периода в южной части степи (ст. Запорожская, Урсатьевская, Джизак) в среднем 207—217 дней, сумма эффективных температур 4600—5000°; в средней части (ст. Мирзачуль, Чиназ)—204 дня, сумма температур 4300—4400°; в северо-западной части (ст. Пахтаарал, Чардара)—183—193 дня, сумма температур—4200—4400°. В отдельные годы наблюдаются значительные отклонения.

Л. М. Теодорович (1957) указывает, что средние даты перехода температуры через 10° приходятся в районах Голодной степи на период с 22 по 27 марта. Продолжительность вегетационного периода колеблется от 191 (ст. Пахтаарал) до 230 дней (ст. Урсатьевская).

По данным Л. М. Теодорович, за весь период вегетации хлопчатника набирается от 2173 (ст. Пахтаарал) до 2768° эффективных температур (ст. Урсатьевская), по остальным метеостанциям колебание составляет 2364—2525°. Таким образом, тепловой режим воздуха на территории всей Голодной степи удовлетворяет требованиям теплолюбивых хлопчатника и других культур. Разумеется, прохождение фаз у хлопчатника может ускоряться или замедляться в зависимости от сорта, уровня агротехники и т. д. Например, регулировать скорость развития хлопчатника можно изменением годовых норм азота и фосфора, сроков и техники внесения туков и т. д.

Наибольшая сила ветра в восточной и юго-восточной части Голодной степи достигает 10—12 м/сек. Ветровая деятельность особенно сильно проявляется в районах Хаваста и Янгьера.

В летние месяцы относительная влажность воздуха на целинных землях Голодной степи (совхоз № 5) снижается до 34—36, в отдельные годы до 26%, в районах старого орошения (ст. Пахтаарал, Сырдарья) с близким залеганием грунтовых вод она почти вдвое выше.

Растительность и микрофлора

В числе факторов, влияющих на почвообразование, важная роль принадлежит растительному покрову и микроорганизмам.

Древесные и травянистые растения создают биологическую миграцию питательных веществ из глубоких слоев на поверхность, и под действием микроорганизмов органическое вещество растений разлагается, образуя гумусовый горизонт.

Растения влияют на климатические условия, в частности задерживают суховеи, снижают температуру воздуха, испарение влаги из почвы, уровень грунтовых вод, способствуют рассолению почвы.

От состава и количества микрофлоры зависят характер, направление и скорость разложения органического вещества. Под действием микроорганизмов труднорастворимые соединения переходят в доступные для растений минеральные формы.

Растительность пустынь настолько тесно связана с определенными почвогрунтами, а также с глубиной залегания и качеством грунтовой воды, что может служить показателем механического состава и засоления верхней толщи грунтов, глубины залегания и степени минерализации подземных вод при неглубоком их залегании (Востокова и др., 1962).

На большей части Голодностепской равнины развивается особый тип растительности, названный Е. П. Коровиным (1934) эфемерово-пустынной, характеризующейся однообразной осоково-мятликовой формацией. Основной фон покрова сложен осокой пустынной и мятликом живородящим, создающими сплошную дернину мощностью 4—5 см. Луковины мятлика живородящего находятся у самой поверхности почвы и образуют дерновинки по типу плотнокустовых злаков, а корневища осоки пустынной расположены несколько ниже и сплетаются в сплошную неразрывную сетку дернины. В основной фон вкраплены некоторые многолетние и однолетние растения с коротким циклом вегетации. Заметное место в этом травостое занимают однолетние бобовые, главным образом астрагалы, которые вместе с представителями злаковых образуют как бы естественную травосмесь (Рыжов и др., 1959).

Описывая состав растительности Голодной степи, А. В. Мухля (1936) отмечает, что около совхоза «Пахтаарал» фоновым растением является осока, которая сильно задерновывает верхний слой почвы. К ней примешивается мятлик.

Б. В. Федоров (1930) указывает, что по растительному покрову можно определить степень засоления почвы. Он перечисляет 5 групп растений по солевыносливости, причем в первую включает растения со слабозасоленного фона, в пятую — с самого сильно засоленного. По градации Б. В. Федорова, растения хлопчатника развиваются нормально на почвах, содержащих в метровом

слое 0,200—0,350 г плотного остатка, 0,005—0,012 г хлора, 0,060—0,160 г серной кислоты на 100 г сухой почвы. Явно угнетенное состояние хлопчатника наблюдается при содержании плотного остатка 0,400—0,700 г, хлора 0,015—0,034, серной кислоты 0,200—0,300. При большем количестве солей хлопчатник погибает.

С. Н. Рыжов, С. П. Сучков, Н. В. Никифорова (1959) приводят перечень растений и их обилие в зависимости от длительности распашки (целина, перелог 2—3-летнего, 5- и 11-летнего освоения и старопашка). По их мнению, дерновый горизонт, характерный для целинного покрова светлых сероземов Голодной степи, исчезает после распашки, затем с 11-летнего возраста начинает восстанавливаться.

Следовательно, со сменой растительного покрова изменяются и свойства почвы, что необходимо учитывать при разработке системы удобрения в конкретных условиях в зависимости от давности освоения, мощности пахотного слоя, степени окультуренности почвы.

Наряду с растительностью, влияющей на свойства и плодородие почвы, важную роль в изменении ее плодородия играют микроорганизмы. Состав и число их определяются типом почвы и степенью окультуренности.

По подсчетам некоторых ученых, вес микробиологической массы составляет 5—7 т/га, если же учесть, что за вегетационный период в почве сменяется несколько поколений микроорганизмов, то общая живая масса микробов может достигать 15—20 т/га и более (Панников, 1964). Общая поверхность микробного населения 1 га почвы равняется примерно 500—600 га. В конечном счете она обуславливает большинство превращений в почве и влияет на питание растений.

С. Ф. Лазарев (1961) приводит микробиологическую характеристику основных типов почв орошаемой зоны. Он считает, что разложение органического вещества проходит очень быстро, особенно активно протекает минерализация органического вещества в таырной почве и светлом сероземе, хотя по общему содержанию микроорганизмов на 1 га они беднее. Автор установил, что содержание плазменного азота изменяется на территории орошаемой зоны в довольно широких пределах. В орошаемых типичных сероземах его обнаружено 21%, в светлых — 29, в таырных почвах — 34, в некоторых почвах пустыни — 42% общего, в гидроморфных почвах сероземной зоны количество плазменного азота снижается до 8—15% (Лазарев, 1954).

М. М. Кононова (1925) изучала распространение азотбактерии в целинных и орошаемых почвах Голодной степи и установила, что эти микроорганизмы в большом количестве обитают в слое не глубже 50 см. При этом в больших количествах он был обнаружен под хлопчатником, люцерной и на рисовом поле, в меньших — в целинной степи, в небольших — на сильнозасоленных почвах.

Мнение С. Ф. Лазарева об интенсивном прохождении процессов минерализации органического вещества на светлых сероземах и необходимости в связи с этим более частого посева трав после хлопчатника в севообороте В. П. Кузина (1954) подкрепила исследованиями на Пахтааральской опытной станции. По ее данным, состав и распространение микроорганизмов на разных полях севооборота различны, причем уменьшение органического вещества, особенно на 5-й год возделывания хлопчатника в севообороте, ограничивает развитие полезных микроорганизмов.

В. П. Кузина отмечает слабую способность к нитратонакоплению светлых сероземов Голодной степи за счет естественных ресурсов и повышение ее при внесении органического вещества, особенно азотных удобрений. Это позволяет предполагать большую отзывчивость указанных почв на внесение азотных минеральных и органических удобрений. Внесение минеральных удобрений стимулирует развитие нитрифицирующих бактерий в 100 и более раз, повышает и урожайность хлопчатника, особенно по мере отдаления посевов хлопчатника от года распашки трав.

При благоприятном сочетании температуры и влаги, в частности при орошении, микрофлора обладает высокой потенциальной возможностью.

На высокую нитрификационную способность люцерников обратили внимание Ф. Ю. Гельцер и Т. П. Ласукова (1934). По их данным, в первые годы после распашки люцерны освобождается большое количество элементов зольного и азотного питания растений, что обуславливает значительное увеличение урожаев хлопка-сырца. Через два года после подъема пласта нитрификационная способность без применения удобрений снижается на 74%.

Микробиологический режим светлого серозема под хлопчатником в полевом опыте с различными дозами минеральных удобрений, который проводился на Пахтааральской опытной станции по географической сети в 1972—1976 гг. изучала О. И. Хусанбаева под руководством А. Л. Торопкиной (1972). Ею установлено, что растительность и микроорганизмы оказывают непосредственное влияние на производительную способность почвы и, следовательно, на эффективность применяемых удобрений.

Агрофизические свойства почвы

Систематическое изучение физических свойств почв орошаемой зоны Средней Азии было начато Н. А. Димо (1911), позднее на Центральной агротехнической станции (АКЦАС) продолжалось с 1926 г. Г. И. Павловым, а с 1934 г. в более широком масштабе — другими станциями под руководством С. Н. Рыжова.

Характерная особенность почв Голодной степи — обогащенность пылеватыми частицами размером 0,05—0,01 мм, относитель-

но невысокое содержание ила и неравномерное распределение его по профилю.

П. Н. Беседин в 1951 г. установил, что на светлых сероземах «Пахтаарала» содержание фракции пыли 0,25—0,01 мм составляет 59—63%, частиц мельче 0,01 мм — 37—40%.

Таблица 4

Характеристика физических свойств почв Голодной степи (данные Н. И. Зиминой, 1961)

Ключевые участки	Горизонт, см	Содержание, %, фракций, мм					сумма <0,25
		>1,0	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01	
Новоорошаемые почвы							
Серозем светлый, поверхностно незасоленный, легкосуглинистый (целина)	0—5	12,1	9,9	65,8	10,0	2,2	22,0
	5—18	4,7	14,5	64,9	13,4	2,5	19,2
	18—28	4,0	14,9	66,1	12,5	2,5	18,9
	28—40	6,4	13,7	64,4	13,4	2,1	20,1
Серозем светлый, засоленный среднесуглинистый (целина)	0—6	9,2	9,0	67,2	12,1	2,5	18,2
	6—16	17,7	14,8	51,7	9,5	6,3	32,5
	16—30	22,7	12,5	51,5	8,5	4,8	37,2
	30—40	21,9	7,3	39,7	26,3	4,8	31,2
Лугово-сероземная, сильнозасоленная, тяжелосуглинистая (целина)	0—2	3,7	5,2	60,0	23,4	7,7	8,9
	2—10	5,7	3,4	57,5	22,7	10,7	9,1
	10—24	11,8	8,6	58,8	11,3	9,5	20,4
	24—35	22,8	11,3	63,0	5,9	7,0	34,1
Орошаемые почвы							
Серозем светлый незасоленный тяжелосуглинистый (5 лет освоения)	0—28	0,7	1,8	42,5	45,2	9,9	2,5
	28—40	1,1	1,6	45,5	46,0	5,8	2,7
Сероземно-луговая, незасоленная среднесуглинистая (30 лет освоения)	0—28	2,4	3,8	58,1	31,7	4,0	7,9
	28—42	1,9	3,2	41,0	47,8	5,2	5,1
Сероземно-луговая незасоленная, легкосуглинистая (50 лет освоения)	0—30	2,8	4,5	71,6	18,7	2,4	7,3
	30—50	2,3	5,5	69,5	20,6	2,1	7,8

По данным Н. И. Зиминой (1961), крупные фракции песка содержатся в небольших количествах, не превышающих в верхних горизонтах метровой толщи 2—7%, в нижних — 1%, илстые фракции в верхних горизонтах почвенного профиля — 7,5—15,6%, в нижних — 8,3% (табл. 4).

Почвы Голодной степи, в отличие от других почв сероземного пояса, характеризуются слабо выраженной макроструктурой. Содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм в верхних слоях неорошаемых (целинных) светлых сероземов и лугово-сероземных почв составляет 9—22%, а в орошаемых почвах для того же

горизонта не превышает 2—8% к весу почвы. Основная часть целинных почв приходится на фракцию размером 0,05—0,25 мм.

Культура люцерны повышает содержание структурных отдельных крупнее 0,25 мм на 10—15%, но при распахе люцерников из-за быстрого разложения накопленных веществ их количество резко уменьшается.

З. Турсунходжаев в 1957 г. отмечал, что если принять структурность Пахтааральского серозема по пласту люцерны за 100%, то на второй год культуры хлопчатника она падает до 75%, на

Таблица 5

Структурный состав почвы в зависимости от фонов

Горизонт, см	Содержание, %, фракций, мм							
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25
Хлопчатник 1 год								
0-10	2,7	5,5	6,4	10,9	10,0	17,6	8,9	14,0
10-30	5,2	9,9	10,7	16,6	13,7	22,9	6,9	7,5
30-50	3,7	8,7	9,5	14,9	11,1	16,8	7,6	13,1
Монокультура (11 лет)								
0-10	2,5	5,1	5,8	11,0	9,7	17,5	8,9	15,2
10-30	4,5	9,6	9,4	12,9	12,1	20,3	9,4	13,2
30-50	3,1	7,3	8,3	12,6	10,7	17,3	7,2	15,1

третий до 60, на четвертый до 38 и на пятый до 29%. Слабая оструктуренность светлых сероземов Голодной степи связана с бедностью почвы перегноем и коллоидами.

В. Б. Гуссак и С. Н. Рыжов в 1957 г. писали, что структурной нужно считать ту почву, которая обладает наивысшим возможным количеством агрегатов крупнее 0,25 мм в определенных условиях почвы и климата (для орошаемых почв).

Наши исследования, проведенные на опытной станции в севообороте по пласту и многолетней старопашке (11 лет хлопчатника), показали, что в верхнем распыленном слое почвы значительное количество фракций мельче 0,25 мм (24,0—24,3%), в более нижних слоях почвы они резко уменьшаются (табл. 5).

По пласту распаханной люцерны в слое 10—30 см частицы мельче 1,0 мм уменьшаются с 46,9 до 21,0%, по монокультуре — с 48,4 до 31,2% в сравнении с горизонтом 0—10 см. В более глубоких слоях почвы, где меньше органического вещества, мелкая фракция вновь возрастает, причем по старопашке больше, чем по вспаханной люцерне.

Наши исследования агрегатного состава почв Чимкентской области, проведенные методом сухого просеивания в 1960 и 1971 гг., выявили более высокое содержание агрегатов крупнее 7 мм и меньше фракции пыли на темных сероземах, чем на свет-

лых. Так, на удобряемой монокультуре (12 лет) в пахотном слое почвы темных сероземов агрегатов крупнее 7 мм было 33,6%, на 3-й год возделывания хлопчатника после двухлетней травосмены — 43,9%, фракция мельче 0,25 мм не превышала 3—5% в начале и возрастала до 10—13% к концу вегетации хлопчатника, т. е. темные сероземы более оструктурены, чем светлые.

Сравнительно нетяжелый (суглинистый) механический состав и высокопрочная микроструктура обеспечивают светлым сероземам Голодной степи благоприятные физические свойства.

В исследованиях П. Н. Беседина содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм на целине Голодной степи составляло 11,3%, на распаханной травосмеси — 8,8, на старопашке снижалось до 2,2.

Удельный вес почв сероземного пояса равен 2,67—2,80 г/см³, или несколько выше, чем в пустынной зоне (2,47—2,75 г/см³). По мнению В. Б. Гуссака и С. Н. Рыжова, это связано с различиями в минералогическом составе лёссов и слоистого аллювия дельт. Вовлечение почвы в культуру заметно не влияет на удельный вес почвы пахотного горизонта. Тем не менее наши исследования показали, что по пласту распаханной люцерны на светлых сероземах он равняется в слое 0—10 см 2,65; 10—20 см — 2,67; 30—50 см — 2,66 г/см³, на 11-й год монокультуры хлопчатника возрастает соответственно до 2,71; 2,74 и 2,75 г/см³, что может быть объяснено истощением почвы органическим веществом.

Удельный вес почвы Пахтааральской опытной станции колеблется в пределах 2,60—2,75 г/см³, нарастая с уменьшением гумуса и увеличением засоления.

Изменения объемного веса (плотности) также подчинены определенным закономерностям. Орошаемые почвы имеют более высокую плотность сложения и меньшую общую порозность, чем почвы неорошаемые или целинные. Ю. П. Лебедевым (1948) было установлено, что объемный вес в слое 0—30 см колеблется на целине от 1,17 до 1,26, на люцернике 3-го года — от 1,38 до 1,61, на посевах хлопчатника — от 1,34 до 1,70 г/см³.

На люцерниках пахотный горизонт имеет пониженную скважность — 48%, на незасоленном хлопковом поле она достигает в этом слое 54%, на засоленном участке под хлопчатником снижается до 49%. Скважность перелогов выше (до 58%), что связано с большим количеством ходов землероев и пор. Скважность подпахотных уплотненных горизонтов в пределах 44—46%. Очевидно, это обусловлено некоторой усадкой грунта, дезагрегацией и оглиниением, происходящими в процессе орошения.

По нашим данным, объемный вес почвы по старопашке, за исключением горизонта 0—10 см, значительно выше, чем по пласту люцерны. На участке старопашки верхний 10 см слой был более распылен (1,35 г/см³), чем по пласту трав (1,48 г/см³). В горизонтах 10—20, 20—30, 30—40 см почва уплотнена, особенно по старопашке (до 1,57—1,71 г/см³ против 1,48—1,59 по пласту трав).

Влаги по пласту люцерны как в пахотном (11,1%), так и в метровом (13,9%) слое больше, чем по старопахотке (10,5 и 13,5%).

Уплотнение почвы и образование «плужной подошвы» установлено С. Н. Рыжовым, А. Кашкаровым, З. С. Турсунходжаевым и др.

Н. И. Зимина (1961) приводит данные о влиянии орошения на снижение водопроницаемости почвы в Голодной степи. На орошаемых почвах она составила всего 0,12—0,33 мм/мин против 0,7—0,9 на лугово-сероземной целине при залегании грунтовых вод на глубине 1—3 м и против 2,01 за 6 час. наблюдений на целинном светлом сероземе центрального массива Голодной степи с глубоким залеганием грунтовых вод (15—17 м).

По Е. Г. Петрову, в 1932 г. (в первые годы освоения целинных земель) на территории Пахтааральской опытной станции водопроницаемость на хлопковом поле равнялась 0,54 мм/мин, на целине 2,50 мм/мин (за 3 часа учета).

Следует отметить, что на водопроницаемость почвы существенно влияет ее засоление.

По данным Н. А. Димо (1948), суммарная водопроницаемость незасоленной площади равна 609 м³/га·час, для засоленных участков она снижается до 445, на перелог равна 667 м³/га·час.

Засоление, как правило, отрицательно влияет на физические свойства: повышает уплотнение и водоудерживающую способность, что может повести к созданию анаэробных условий. На засоленном пятне интенсивнее происходит испарение влаги из почвы.

С. Н. Рыжов еще в 1952 г. установил, что водоотдача светлых сероземов выше, чем типичных. Большая подвижность определяет лучшее снабжение растений водой и питательными веществами и придает этим почвам высокое плодородие. Однако те же самые свойства высокой проводимости вызывают большую опасность быстрой реставрации солей в корнеобитаемом слое (при условии высокой минерализации грунтовых вод).

Полевая влагоемкость почв «Пахтаарала» равна 29—30%, максимальная гигроскопичность примерно 4%, влажность завядания метрового слоя 8,1—8,8%, максимальная молекулярная влагоемкость около 12%.

Таким образом, лёссовидные суглинки Голодной степи обладают благоприятными физическими свойствами. В этих почвах хорошая микроструктура, водопроницаемость, порозность и сравнительно небольшая связность, высокая мобильность воды и питательных веществ, что дало основание С. Н. Рыжову отнести их к лучшим орошаемым почвам хлопкового пояса.

Агрохимические свойства почвы

Система удобрения в хлопководстве во многом определяется агрохимическими свойствами почвы. В частности, важное значение для проявления эффективности удобрений имеют

минералогический состав почвы, содержание гумуса, азота, фосфора, калия и других необходимых элементов, величина почвопоглощающего комплекса, содержание водорастворимых солей, рН почвы и т. д.

П. С. Коссович (1909), исследовав химизм светлых сероземов Голодной степи, установил, что эти почвы высококарбонатны, бедны гумусом и азотом, относительно богаты фосфором и калием. Им отмечена характерная особенность этих почв, заключающаяся в высоком содержании азота в гумусе и относительно слабой аккумуляции фосфора в верхнем слое.

Вследствие незначительного накопления перегноя и относительно слабого образования глиноподобных продуктов количество коллоидов в светлых сероземах сравнительно невелико. С. А. Кудрин в 1940 г. обнаружил, что количество их не превышает 10—15% от веса почвы.

Емкость поглощения этих почв 8—10 мг-экв на 100 г почвы. Содержание обменного кальция и магния достигает 80—90%, обменного калия 3—6 и натрия не более 4% от суммы оснований. Реакция почвенного раствора рН 7,2—7,5.

Превращения зольных элементов, в первую очередь фосфорных, связанные с биохимическими процессами, протекают наиболее интенсивно лишь в поверхностном горизонте. Поэтому наивысшей естественной производительной способностью в сероземах обладает биологически деятельный верхний горизонт.

Содержание гумуса, азота, фосфора и других питательных веществ зависит от давности орошения, освоения, севооборотов, внесения удобрений, агротехники, мелиорации земель и других факторов.

По Ф. Ю. Гельцер и Т. П. Ласуковой (1934), в первый год распашки целины в «Пахтаарале» потери углерода в 20 см слое за счет разложения органических остатков равны 23, на третий год 50%. Однако в дальнейшем они уменьшаются и даже отмечается накопление органического вещества в почве.

Преимущество целины в содержании гумуса и углерода перед орошаемой на протяжении 30 лет почвой прослеживается только в дерновом слое. По подсчетам И. Д. Дергунова (1959), запасы гумуса в слое 0—27 см целины равны 31,3 т/га, в почве 6—30-летней давности освоения — соответственно 21,0 и 30,8 т/га, в слое 0—50 см — 43,2; 34,2 и 48,3 т/га, в слое 0—100 см — 62,8; 52,1 и 69,2. Таким образом, потери гумуса и углерода, происходящие в первые годы после распашки люцерны, восстанавливаются в последующие 30 лет и даже превышают исходные величины в полуметровом и метровом слоях.

Содержание фосфора при 30-летней давности орошения в слое 0—50 см составляет 11,27 т/га против 9,03 и в слое 0—100 — 20,24 против 18,24 т/га на целине.

Нами совместно с Г. Г. Бабиковой (1966) в образцах почв с горизонта 0—28 см в совхозе «Пахтаарал» на общей площади

8425 га установлено, что по пласту распашки трав (1169,1 га) 6,5% (77,5 га) приходится на почвы с содержанием гумуса менее 0,8 %, по обороту пласта (748,9 га) — 9,4, на 3-й год (1926,0 га) — 14,0, на 4-й (761,1 га) — 23,2, в последующие годы (1209,9 га) 19,9%. Некоторое уменьшение удельного веса площа-

Таблица 6

Агрохимическая характеристика почв Голодной степи, %
(данные С. П. Суцова, 1961а)

Номер разреза	Почва	Глубина, см	Гумус	Общий азот	Валовой фосфор
Целинные почвы					
1	Светлые сероземы, поверхностно-незасоленные, грунтовые воды на глубине 15—17 м	0—5	1.9	0.13	0.144
		5—18	1.0	0.03	0.141
		18—28	0.6	0.04	0.129
		28—40	0.4	0.03	0.120
		40—60	0.2	0.02	0.108
4	Лугово-сероземные, сильнозасоленные. Грунтовые воды на глубине 1,5—2,0 м, минерализованные	60—80	0.2	—	0.093
		80—100	0.1	—	0.106
		0—2	2.4	0.15	0.121
		2—10	2.1	0.09	0.107
		10—25	0.9	0.06	0.089
		25—45	0.8	0.04	0.082
		50—60	0.5	0.03	0.074
		90—100	0.2	—	0.029
Орошаемые почвы					
3	Светлые сероземы нового орошения, совхоз „Баят“ № 4 (5 лет)	0—28	0.9	0.08	0.131
		28—50	0.6	0.05	0.129
		50—60	0.4	0.03	0.126
		70—80	0.2	—	0.123
		90—100	0.2	—	0.116
5	Сероземно-луговые, давнего орошения, колхоз „Октябрь“ Мирзачульского района (30 лет)	0—30	1.5	0.10	0.168
		30—50	0.7	0.07	0.159
		50—60	0.6	0.06	0.141
6	Сероземно-луговые, давнего орошения, колхоз, им. Ильича Сырдарьинского района (50 лет)	0—28	1.1	0.09	0.172
		28—42	1.0	0.06	0.148
		42—52	0.9	0.05	0.145
		52—62	0.8	0.05	0.133

дей с низким (менее 0,8%) содержанием гумуса в 5—7-й годы связано с внесением навоза в севообороте после 4-го года возделывания хлопчатника, как это практикуется в совхозе «Пахтаарал». Земель с содержанием гумуса более 0,8 и 1,0% по пласту и обороту распашки трав значительно больше, чем в последующие годы возделывания хлопчатника в севообороте.

В 1961, 1962 и 1975 гг. нами установлено, что ежегодное внесение на старопашке более 200 кг/га азота ускоряет восстановление гумуса и азота в почве.

Агрохимическая характеристика почв Голодной степи в зависимости от уровня залегания грунтовых вод и давности освоения приводится в табл. 6.

Освоение целинных земель в первые годы сопровождается уменьшением перегноя и азота, однако содержание фосфора с учетом вносимого с удобрениями P_2O_5 остается стабильным и даже несколько превышает показатели целины. В процессе длительного орошения бывшие светлые сероземы переходят постепенно в своеобразные сероземно-луговые окультуренные почвы.

Таким образом, потенциальное и эффективное плодородие староорошаемых почв выше, чем новоорошаемых и целинных. В связи с этим и действие минеральных удобрений на урожайность хлопчатника различно.

ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ

Засоление — очень важный признак качества почв, сильно влияющий на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность минеральных удобрений.

Б. В. Федоров в 1964 г. отмечал, что 65% орошаемых земель Средней Азии и Южного Казахстана в той или иной степени подвержены засолению и заболачиванию. В Узбекистане засоленные почвы достигают в ряде областей 70%.

«Ядовитость солей, — подчеркивает Б. П. Строганов (1962), — находится в прямой зависимости от способности их проникновения в плазму клеток. Соли, легко проникающие и быстро накапливающиеся в растительной клетке, более ядовиты для растительного организма». Он отмечает, что важна не столько общая концентрация солей, сколько их соотношение.

На основании опытов с хлопчатником М. Г. Абуталибов в 1940 г. установил, что хлориды более вредны и ядовиты, чем сульфаты, так как первые быстрее проникают в растительную клетку. Е. И. Иванова и А. Н. Розанов рекомендуют различать тип засоления почвы по отношению ионов хлора к ионам сульфатов:

Засоление	$\frac{Cl}{SO_4}$
Хлоридное	Более 2
Сульфатно-хлоридное	1—2
Хлоридно-сульфатное	0,2—1
Сульфатное	Менее 0,2

Классификация по типу и степени засоления почв дается и другими исследователями: Б. П. Строгановым — по содержанию солей в 100 г почвы, Б. В. Федоровым — по содержанию солей в метровой толще и растительному покрову, Л. П. Розо-

вым и С. Н. Рыжовым — по концентрации почвенного раствора и осмотическому давлению.

По данным В. А. Новиковой (1942), на засоленных почвах, содержащих 0,01 % хлора, энергия прорастания семян хлопчатника значительно снижается, а при 0,02—0,04 % хлора она равна всего 40—50 %.

Почвы Голодной степи в основном имеют хлоридно-сульфатное засоление.

В опыте Г. П. Задорожного в 1969 г. на участках с угнетенным развитием хлопчатника в метровом слое максимальное содержание плотного остатка достигало 1,476 %, HCO_3^- —0,032, Cl^- —0,107, SO_4^{2-} —0,392, Ca —0,120 и Mg —0,059 %. На участках с нормальным развитием хлопчатника эти показатели снижались соответственно до 0,864; 0,024; 0,034; 0,350; 0,089 и 0,049 %.

В совхозе «Пахтаарал» предел токсичности для хлопчатника и люцерны в 1939 г. определяли В. А. Ковда, Л. Я. Мамаева. Ими установлено, что хлопчатник не всходит и гибнет, когда плотного остатка в водной вытяжке из пахотного слоя в момент всходов 1,3—1,5 % и больше, а сернокислых и частично хлористых солей натрия и калия — до 30—60 %.

В 1970—1971 гг. мы ставили опыты в вегетационных сосудах Вагнера. Годовую норму азота и фосфора по 6 г/сосуд вносили в виде суперфосфата простого и аммиачной селитры, смешивая со всей почвой. В варианте 3 азот смешивали с верхним 10 см слоем. Часть азота вносили при набивке сосудов: вар. 3—3 г; вар. 4—3 г, вар. 5—2 г, вар. 6—1 г, в вар. 2 вносили только фосфор. Сев хлопчатника в 1970 г. 30 апреля, в 1971 г. 3 мая с заделкой семян на глубину 4 см. Установлено, что на подверженных засолению почвах внесение части азота при набивке замедляло темпы появления всходов и снижало всхожесть (табл. 7). Так, в вар. 3 всходы в 1970 г. появились на 5—13, в 1971 г. — на 6—8 дней позже, чем в контроле. Полная всхожесть не превышала 30—60 % против 85—90 % в контроле.

В вар. 4 всходы запоздали на 3—10 дней в 1970 г. и на 2—7 дней в 1971 г. против контроля, взошедших растений было 42—85 %. В вар. 5 и 6 темпы появления всходов и всхожесть семян были выше, чем в вар. 3 и 4, но отставали от контроля и вар. 2. Однако к концу вегетации на удобренных азотом вариантах хлопчатник опережал по росту, развитию и накоплению урожая контрольные растения.

Зависимость эффективности минеральных удобрений от степени засоления почвы можно проследить в одном из наших полевых опытов (Баткаев, Адамбеков, 1968). На карте 8 отвода 37 территории Пахтааральской опытной станции по старопашке были созданы три фона по степени опреснения почвы путем промывки разными нормами. Опыт ставили по следующей схеме:

1-й вариант — одна промывка нормой 2,0 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$;

2-й — две промывки нормой 4,0 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$;

3-й — три промывки нормой 6,0 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

Фактически под урожай 1966 г. было влито соответственно вариантам 1285, 1876 и 2664 $\text{м}^3/\text{га}$, под урожай 1967 г. — 1805, 3292 и 4448 $\text{м}^3/\text{га}$.

Глубина грунтовых вод колебалась весной в пределах 2,5—3,0 м, осенью — 3,4—3,7 м. Площадь под опытом 4,3 га, повторность 8-кратная. Годовая доза азота 160 кг/га, фосфора 130 кг/га.

Таблица 7

Темпы появления всходов хлопчатника сорта 108-Ф на засоленных почвах в зависимости от нормы внесения азота перед севом, %

Дата учета (май)	Почва слабозасоленная. Плотный остаток 0,761%, хлор 0,005%						Почва среднезасоленная. Плотный оста- ток 1,116%, хлор 0,026%					
	по вариантам											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1970 г.												
6	25	15	0	2	7	0	5	2	0	0	2	0
7	30	18	0	10	20	10	10	7	0	0	2	2
8	50	22	0	15	22	25	15	7	2	5	5	5
10	80	55	8	37	57	52	30	30	2	12	20	25
12	90	65	12	42	77	60	45	45	10	30	42	40
16	93	78	47	65	80	72	75	82	22	42	67	70
23	93	82	57	68	80	78	85	82	30	42	75	75
1971 г.												
12	18	8	0	2	7	2	1	2	0	0	0	2
13	67	33	0	4	32	29	47	18	0	0	0	4
14	87	67	2	32	68	68	81	58	0	0	2	25
15	96	98	46	92	96	85	96	96	21	48	70	85
19	96	98	65	95	96	87	96	96	37	70	82	87
21	96	98	65	95	96	87	96	96	60	85	89	87

Каждая делянка ограждалась валиком высотой 40 см и заливалась водой самостоятельно из картового оросителя.

Исходное засоление по хлору (декабрь), за исключением пахотного слоя, между вариантами близко.

Лучшее опреснение верхних слоев почвы при двух и трех промывках в сравнении с разовой при прочих равных условиях положительно сказалось на появлении всходов, росте, развитии и урожайности (табл. 8).

На более засоленных делянках варианта 1 цветение хлопчатника задерживалось на 5—6 дней, а созревание вследствие угнетения растений наступало на 5—7 дней раньше, чем у растений с нормальным развитием и оптимальным периодом вегетации. Таким образом, при засолении почвы вегетационный период хлопчатника укорачивается на 10—13 дней и урожайность снижается.

В 1966 г. прибавка в вар. 2 составила 3,6 ц/га, или 13,1%, в вар. 3—5,7 ц/га, или 20,8% по сравнению с контролем (27,4 ц/га), в 1967 г. прибавки соответственно 5,6 (18,4%) и 8,0 (26,3%) ц/га.

Грунтовые воды на территории совхоза «Пахтаарал» до пуска скважин вертикального дренажа в 1964 г. находились на глубине 1,5—2,5 м. С пуском 74 скважин вертикального дренажа на территории совхоза грунтовые воды снизились к 1977 г. до 4—5 м.

Таблица 8

Рост, развитие и урожайность хлопчатника в зависимости от степени опреснения почвы

Номер варианта	Всходы, %		Высота глав- ного стебля, см		Кол-во симпо- диев		Кол-во коробочек		Общий уро- жай, ц/га	Прибавка, ц/га
	27.IV	3.V	1.VII	1.VIII	1.VII	1.VIII	1.VIII	1.IX		
1966 г.										
1	38,0	89,9	25,4	66,9	4,5	11,0	2,5	7,3	27,4	±0
2	42,5	91,8	25,4	70,0	4,7	11,1	2,5	7,4	31,0	3,6
3	51,0	92,1	28,2	79,6	5,0	10,4	1,8	7,9	33,1	5,7
1967 г.										
1	18,6	83,0	34,9	55,3	6,0	9,2	4,1	5,9	30,4	±0
2	23,2	83,7	41,9	75,4	6,7	10,1	4,6	7,0	33,0	5,6
3	25,6	83,7	41,7	77,9	6,8	11,8	4,7	7,6	38,4	8,9

Примечание. Показатели усреднены по 400 растениям. В 1967 г. учет всходов 25.IV и 4.V. Р (%) = 5,8; 3,6; Е (ц/га) = ± 1,7; ± 1,3.

На снижение урожайности и качество хлопка-сырца, низкий коэффициент использования минеральных удобрений на подверженных засолению почвах обращали внимание Е. Г. Петров (1934), В. А. Ковда и др. (1940). В связи с этим В. А. Ковда и др. подчеркивали, что агротехника и нормы удобрений на засоленных и незасоленных почвах не могут быть одинаковыми и должны соответствовать специфическим особенностям почв.

ВЫВОДЫ

1. Светлые сероземы Голодной степи обогащены пылеватыми частицами размером 0,05—0,01 мм.

2. При освоении и орошении целинных земель почва уплотняется вследствие просадки и заиливания пор взвешенными частицами и скважность с 58% снижается до 54 на незасоленном и до 49 на засоленном участке.

Объемный вес почвы на целине равен 1,17—1,26 г/см³, на староорошаемых почвах возрастает до 1,59 г/см³ в первый год возделывания хлопчатника в севообороте и до 1,71 г/см³ на бессменной старопашке (хлопчатник—11 лет).

Удельный вес пахотного слоя почвы по пласту составляет 2,67 г/см³ и повышается до 2,75 г/см³ при длительной распашке в результате уменьшения органического вещества.

В связи с уплотнением поверхностного и нижележащих слоев водопроницаемость с 2,01 мм/мин на целине снижается до 0,12—0,33 мм/мин на орошаемых почвах.

3. Высокое содержание гумуса и азота на целине отмечается в верхнем дерновом слое. По профилю вниз показатели резко снижаются. Количество гумуса и азота в первые годы после распашки целины уменьшается до 50% и более. В дальнейшем потери органического вещества происходят менее интенсивно и при орошаемой культуре наблюдаются обратные процессы.

4. Орошение и систематическое применение удобрений в полях хлопково-люцернового севооборота ведут к увеличению мощности гумусового горизонта.

Содержание валовых и подвижных форм фосфора и калия под влиянием освоения земель меняется в меньшей степени, чем углерода и азота.

Емкость поглощения староорошаемых светлых сероземов обычно равна 8—10 мг-экв на 100 г почвы. Из поглощенных оснований на долю кальция и магния приходится 80—90%, обменного калия—3—6, натрия—не более 4%. Реакция почвы слабощелочная, в большинстве случаев рН в пределах 7,2—7,5.

5. Орошение и систематическое применение удобрений в полях хлопково-люцернового севооборота способствуют увеличению численности почвенных микроорганизмов. В несколько раз повышается и нитрификационная способность почвы.

6. Почвы Голодной степи хлоридно-сульфатного типа засоления. На участках с угнетенным хлопчатником содержание солей по плотному остатку достигает 1,476%, SO₄—0,379, Cl—0,107%, на мелнированных участках с нормальным развитием хлопчатника снижается до 0,686; 0,350 и 0,036%.

7. Засоление отрицательно влияет на агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства почвы. Поглощение и усвоение питательных веществ растениями снижается из-за ухудшения физико-химических свойств почвы. Урожайность падает на 6—8 ц/га, эффективность использования минеральных удобрений—на 18—26%.

Отмеченные выше особенности вызывают необходимость разработки самостоятельной системы удобрения хлопчатника для этой почвенно-климатической зоны.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
СТАРООРОШАЕМЫХ И ЦЕЛИННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Староорошаемые почвы

Запасы в почве органического вещества, азота и других элементов питания находятся в прямой зависимости от освоения хлопково-люцерновых севооборотов, мелiorативного состояния поля, давности орошения, физических свойств почвы, степени удобренности, уровня агротехники и т. п.

В совхозе-техникуме «Пахтаарал», где севообороты были освоены с начала организации этого хозяйства (1925), от ротации к ротации повышаются не только урожай, но и плодородие почвы. Запасы органического вещества и азота в почве на отдельных полях хлопково-люцернового севооборота обуславливаются ротацией и дозой минеральных удобрений (табл. 9).

По данным исследований Ф. Ю. Гельцер, Т. П. Ласуковой (1934), когда севообороты прошли первую ротацию и мало вносились удобрений, в первый год посева хлопчатника после трав содержание гумуса составляло 0,77%. По мере удаления от года распашки люцерны содержание органического вещества резко падает. Потери гумуса на 4-й год возделывания хлопчатника составляют 37,8% от содержания по пласту люцерны.

По материалам И. М. Поповой (1957), в результате 27-летнего применения и возрастающих доз минеральных удобрений в полях хлопково-люцернового севооборота плодородие светлых сероземов не только не снизилось, а даже повысилось.

Содержание гумуса после 3-летнего возделывания люцерны повысилось на 16, общего азота на 9% в сравнении с целинной почвой. Потери гумуса на 4-й год возделывания хлопчатника после 3-летней люцерны составили лишь 2 и общего азота 8% в сравнении с целинной.

Наши с Г. Г. Бабиковой (1966) данные подтверждают динамику и закономерность содержания органического вещества в почве по полям севооборота, хотя запасы органического вещества в почве несколько ниже, чем у И. М. Поповой. Это, по-видимому, объясняется разницей в числе лет произрастания люцерны: исследования И. М. Поповой относятся к севооборотам с трехлетним стоянием люцерны, наши — с двухлетним.

Количество азота в полях севооборота 6-й ротации по сравнению с 4-й увеличилось. Это свидетельствует о непрекращающемся процессе повышения естественного плодородия почвы под влиянием севооборотов и возрастающих доз минеральных удобрений.

Нами установлено (Батькаев, Бабикова, 1966) большое влияние доз минеральных удобрений на содержание и динамику гумуса и общего азота в почве (табл. 10).

Таблица 9

Содержание гумуса и азота в пахотном слое почвы в зависимости от ротации севооборота и доз удобрений

Севооборотное поле	В начале 2-й ротации севооборота N 45, Р 35 (Гельцер, Ласукова, 1934)		В конце 4-й ротации севооборота N 138,6, Р 96 (Попова, 1957)				В начале 6-й ротации севооборота N 159,7, Р 153, 5 (Батькаев, Бабикова, 1966)			
	гумус		гумус		азот		гумус		азот	
	% к весу почвы	% к целине	% к весу почвы	% к целине	% к весу почвы	% к целине	% к весу почвы	% к целине	% к весу почвы	% к целине
Целина	—	—	1,00	100	0,075	100	1,00	100	0,075	100
Хлопчатник	—	—	1,16	116	0,082	109	1,09	109	—	—
1 год	0,773	100	1,04	104	0,078	104	0,99	99	0,105	140
2 года	0,673	87,1	1,00	100	0,073	97	0,94	94	—	—
3 года	0,549	71,0	0,98	98	0,069	92	—	—	—	—
4 года	0,481	62,2	—	—	—	—	0,92	92	0,098	131
5 лет	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

На опытном участке до закладки вариантов в пахотном горизонте по обороту пласта количество гумуса колебалось в пределах 0,91—1,07%, в подпахотном (30—40 см) — 0,56—0,86%.

При возделывании хлопчатника по мере отдаления от года распашки люцерны содержание гумуса убывает, особенно резко в контроле и в варианте внесения одного азота. При совместном внесении 100 кг/га азота и 100—115 кг/га фосфора уменьшение гумуса по сравнению с контролем незначительное. При дозах азота и фосфора 200—250 кг/га уменьшения гумуса по мере отдаления культуры хлопчатника от года распашки трав почти не наблюдается.

Исходное количество общего азота до закладки опыта в пахотном слое равнялось 0,101—0,107%, в подпахотном—0,071—0,089%. На 5-й год возделывания хлопчатника (1966 г.) в контроле оно снизилось до 77,5% в пахотном и до 74,6% в подпахотном слоях. Несколько ниже потери при внесении 100 кг/га азота (88,1—78,2%). При дозах азота 150—200 кг/га снижения содержания общего азота не происходило (табл. 11).

В. Л. Муханова в 1950 г., В. П. Кузина в 1954, И. М. Попова в 1957 и У. Бектураев в 1965 г. установили, что потери органи-

Таблица 10

Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на содержание гумуса, %

Номер варианта	Годовая норма, кг/га						Горизонт, см	1963 г.	1964 г.*			1965 г.*			1966 г.*		
	1964—1966 гг.								1964 г.*			1965 г.*			1966 г.*		
	N	P	K	N	P	K			1964 г.*			1965 г.*			1966 г.*		
1	Контроль (без удобрений)						0—30	1,02	0,80	78,4	0,79	77,4	0,74	72,5			
2	100	0	0	100	0	0	30—40	0,56	0,41	73,2	0,40	70,1	0,40	70,1			
3	100	115	0	100	100	0	0—30	1,07	0,86	80,3	0,85	79,4	0,79	73,8			
4	100	115	50	100	100	50	30—40	0,80	0,61	76,2	0,60	75,0	0,59	73,5			
8	150	115	0	200	200	0	0—30	0,59	0,87	87,8	0,85	86,0	0,82	82,8			
10	200	115	0	250	250	100	30—40	0,70	0,59	84,2	0,51	72,9	0,55	80,0			
12	140	163	0	300	300	0	0—30	0,91	0,84	92,3	0,82	90,0	0,80	87,9			
							30—40	0,66	0,58	89,3	0,57	85,3	0,55	84,8			
							0—30	0,59	0,94	94,9	0,92	92,1	0,91	91,9			
							30—40	0,73	0,68	93,1	0,66	90,4	0,64	87,6			
							0—30	0,99	0,57	57,9	0,98	98,9	0,95	95,9			
							30—40	0,69	0,63	90,1	0,62	89,9	0,59	85,5			
							0—30	0,99	0,95	95,0	0,96	98,1	0,98	99,9			
							30—40	0,69	0,65	94,2	0,64	92,7	0,64	92,6			

* Во вторых колонках содержание гумуса в % к 1963 г.

ческого углерода на 4-й год культуры хлопчатника достигают 15—17%, на 5-й — 28% в сравнении с первым годом распашки 3-летней люцерны.

В многолетнем полевом опыте А. В. Горобчук (1972) на засоленных почвах ЦОМС в Голодной степи за 5 лет культуры хлопчатника по фону одного фосфора в слое 0—40 см гумуса по отношению к исходному количеству стало 61,3%, на удобряемых азотом вариантах (до 150 кг/га ежегодно) — в пределах 67,9—

Таблица 11

Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на содержание общего азота, % (исполнитель Г. Г. Бабилова)

Номер вари- анта	Годовая норма, кг/га						Горизонт, см	На 2-й год после рас- пашки лю- церны (1963)	На 5-й год по- сле распашки люцерны (1966)	
	1963 г.			1964—1966 гг.					азот	% к 1963 г.
	N	P	K	N	P	K				
1	Контроль						0—30	0,107	0,083	77,5
2	100	0	0	100	0	0	30—40	0,071	0,053	74,6
3	100	115	0	100	100	0	0—30	0,101	0,089	88,1
4	100	115	50	100	100	50	30—40	0,078	0,064	78,2
8	150	115	0	200	200	0	0—30	0,105	0,096	93,3
10	200	115	0	250	200	100	30—40	0,089	0,075	84,2
12	140	163	0	300	250	0	0—30	0,101	0,092	91,0
							30—40	0,085	0,074	87,0
							0—30	0,104	0,105	100,0
							30—40	0,079	0,079	91,1
							0—30	0,103	0,104	100,0
							30—40	0,080	0,085	100,8
							0—30	0,103	0,105	100,2
							30—40	0,080	0,089	101,1

79,4%. Внесение азотных удобрений способствовало и меньшей утрате общего азота.

За 5 лет без минерального питания в пахотном слое почвы количество общего азота уменьшилось на 0,026%, в подпахотном на 0,029%. При суммарных дозах азота 540—570 кг/га к концу опыта общего азота было 85,2—84,1% от исходного, тогда как в контроле 75,0%. В подпахотном горизонте (25—40 см) достоверное влияние минеральных туков установлено только при максимальных дозах азота — 570 кг/га.

Таким образом, на светлых сероземах Голодной степи содержание гумуса и общего азота находится в прямой зависимости от доз минеральных удобрений и года после распашки трав.

Внесение минеральных удобрений под хлопчатник после распашки трав значительно снижает потери органического вещества и способствует более экономному использованию общего азота и гумуса, накопленных культурой люцерны.

Динамика содержания нитратов в зависимости от дозы удобрений, мг/кг (1966 г.)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Хлопчатник, 1 год в севообороте						Старопашка, хлопчатник 11 лет					
	N			23.III		25.VII		12.X		23.III		25.VII		12.X	
				P	K	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
1	0	0	0	0	0	2,5	12,3	13,8	2,8	23,4	2,4	3,8	6,3	15,8	2,8
2	100	0	0	0	0	7,5	9,6	50,9	42,0	45,9	9,5	7,4	6,3	46,9	22,2
3	100	30	0	30	0	5,1	10,2	42,0	7,6	47,2	6,0	10,1	15,0	63,7	31,6
4	100	100	0	100	0	2,4	3,5	51,6	21,1	40,9	10,9	8,2	20,2	76,4	33,7
5	100	100	100	100	100	3,1	6,7	48,4	24,3	49,1	0,8	10,5	15,0	38,5	10,4
6	100	100	0	100	0	5,7	6,7	38,6	12,1	43,2	2,2	11,6	27,5	45,7	21,6
7	0	100	0	100	0	4,0	11,8	17,9	9,5	4,7	1,4	7,6	14,2	6,2	3,2

Примечания. 1. В вар. 3 весь фосфор внесен при севе, в остальных — под пахоту 70%, перед севом 30%.
2. В вар. 6 весь азот внесен перед севом, в остальных — перед севом 30 и в подкормки (бутоны и начало цветения) 70%.

В многолетнем полевом опыте изучения сезонной динамики нитратного азота на удобренных вариантах нами установлено, что нитратонакопление усиливается от весны к лету и достигает максимума в июле (табл. 12).

Весной, когда температура воздуха сравнительно невысокая, нитратов в связи с подавленной биологической деятельностью микроорганизмов и вымывом подвижных форм азота в нижние горизонты почвы под влиянием осадков и промывных поливов мало. К осени кривая нитратонакопления резко падает по сравне-

Таблица 13

Содержание нитратов в зависимости от удобрений и режима полива, мг/кг

Фон по поливу, % ПВ	Годовая норма, кг/га		Горизонт, см	1966 г.	1967 г.	1968 г.	Среднее за 3 года
	N	P					
60—50	0	0	0—30	4,4	5,4	3,5	4,4
			30—60	2,8	4,6	2,5	3,3
	100	0	0—30	8,6	8,0	6,0	7,5
			30—60	4,6	5,9	4,3	4,9
	100	100	0—30	8,5	8,7	6,3	7,8
			30—60	4,9	8,1	4,5	5,8
	200	100	0—30	27,4	12,8	10,8	17,0
			30—60	14,9	9,2	6,1	10,0
	0	0	0—30	5,6	2,6	3,6	3,9
			30—60	3,3	1,7	2,5	2,5
70—70	100	0	0—30	10,7	4,0	5,2	6,6
			30—60	6,5	3,5	3,6	4,5
	100	100	0—30	12,9	7,0	5,6	8,5
			30—60	8,7	5,3	4,7	6,2
	200	100	0—30	33,1	7,4	7,4	15,9
			30—60	19,5	7,0	6,6	11,0

Примечание. Показатели в 1966 г. усреднены по 6, в 1967 г. — по 5, в 1968 г. — по 6 срокам определения.

нию с летним периодом, что связано с биологическим выносом азота хлопчатником и затуханием нитрификационного процесса. По фону севооборота (1—4 года посева хлопчатника после распашки трав) и по многолетней старопашке (11—14 лет хлопчатник после распашки трав) в контроле и варианте с внесением только фосфора. Нитратов содержалось меньше, чем в вариантах с азотом.

По пласту люцерны (25 июля 1966 г.) в контроле нитратов в слое 0—30 см было 13,8, в слое 30—60 см — 2,8 мг/кг, в варианте с внесением только фосфора — соответственно 17,9 и 9,5 мг/кг. В удобренных азотом и фосфором вариантах содержание нитратов в пахотном слое возрастает до 38,6—51,6, в подпахотном до 12,1—42,0 мг/кг. В тот же срок определения в пахотном слое старопашки нитратов в контроле (вар. 1) 15,8, в слое 30—60 см — 2,8 мг/кг, при внесении только фосфора (вар. 7) — 6,2 и 3,2 мг/кг.

В удобренных азотом вариантах количество нитратов достигало в пахотном слое 38,5—76,4, в слое 30—60 см — 10,4—33,7 мг/кг, т. е. в 3—5 раз больше, чем в контроле и удобренном фосфором варианте. Такая же закономерность в динамике нитратов в зависимости от удобрений отмечена и в последующие три года.

Наши с А. Абдраимовым (1970) материалы показывают, что динамика содержания нитратов меняется по профилю почвы не только от дозы азотных удобрений, но и от режима полива (табл. 13). За исключением первого года, при поливе хлопчатника по

Таблица 14

Исходное содержание гумуса, азота и подвижных фосфатов (12.XI 1971 г.)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Гумус, %	Общий азот, %	Валовой фосфор, %	P ₂ O ₅ в 1%-ной углеаммонийной вытяжке, мг/кг
	N	P	K				
1	0	0	0	0,927	0,076	0,184	30,6
2	0	100	75	0,882	0,081	0,204	28,3
3	150	0	75	0,912	0,091	0,194	29,3
4	150	100	0	0,964	0,091	0,186	29,3
5	150	100	75	1,055	0,089	0,197	43,7
6	150	75	75	0,992	0,064	0,199	37,9
7	150	150	75	0,960	0,066	0,205	26,6
8	250	0	75	1,066	0,064	0,194	33,7
9	250	100	75	1,037	0,085	0,199	38,0
10	250	150	75	1,011	0,087	0,200	28,3
11	250	250	75	1,075	0,079	0,190	30,1
12	250	250	125	1,135	0,083	0,202	30,5
13	350	250	125	1,201	0,088	0,192	34,5
14	350	175	125	1,027	0,074	0,200	27,8
15	350	350	125	1,054	0,090	0,196	22,7
16	350	350	175	1,051	0,074	0,206	28,5

Примечание. Показатели усреднены по горизонту 0—30 см.

влажности 60—60% ПВ в аналогичных вариантах содержание нитратов выше, чем при поливе по влажности 70—70% ПВ. Очевидно, это связано с более глубоким вымыванием нитратов по профилю почвы и сравнительно большим выносом азота растениями хлопчатника на втором поливном фоне.

На территории опытной станции в период 1972—1975 гг. нами проводился длительный полевой опыт с целью установления оптимальных доз минеральных удобрений, обеспечивающих получение урожая хлопка-сырца 40 ц/га и более (Батякаев, Задорожний, Мауленов, 1975). Одна из задач опыта — изучение влияния доз и соотношений питательных веществ минеральных удобрений на плодородие почвы.

Почва в опыте среднесуглинистая по механическому составу, засоление слабое, грунтовые воды в зависимости от времени года на глубине 3—4,5 м. Хлопчатник высевался на 3—6-й годы после распахки 3-летней люцерны. Исходное содержание в почве гумуса, валовых элементов питания и подвижных фосфатов приводится в табл. 14.

Приведенные материалы показывают, что опытный участок сравнительно выравнен по плодородию. Содержание гумуса в большинстве случаев больше 1,0%, общего азота 0,064—0,091, валового фосфора 0,184—0,206%.

Опытный участок среднеобеспечен фосфатами, растворимыми в 1%-ной углеаммонийной вытяжке. Исходное количество P₂O₅ в

Таблица 15

Содержание P₂O₅ в зависимости от удобрений, мг/кг

Номер варианта	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.	Среднее за 4 года
1	37,1	43,4	33,9	35,0	37,3
2	40,0	53,2	48,1	48,9	47,1
5	43,9	42,9	48,0	50,1	46,2
8	38,0	34,9	33,5	36,1	35,6
9	41,0	39,3	38,6	42,8	40,4
10	39,6	39,5	37,1	43,0	39,8
11	48,5	50,1	52,9	62,4	43,5
13	42,0	41,9	60,2	64,0	52,0

Примечание. Определение P₂O₅ проводили в 1972 г. в 4 срока, в 1973—в 4, в 1974—в 3 и в 1975 г.—в 3 срока.

пахотном слое почвы колеблется в пределах 22,7—43,7 мг/кг, в большинстве вариантов составляет около 30 мг/кг.

В результате ежегодного внесения азота, фосфора и калия в разных дозах и соотношениях содержание подвижных элементов питания по вариантам менялось. Количество фосфатов, особенно к концу исследований, в вар. 11, 12 и 13 было больше, чем при внесении 100—150 кг/га в вар. 2, 5, 9 и 10, в вар. 8 в среднем за 4 года — меньше, чем в контроле (табл. 15).

Более существенные различия между контролем и удобряемыми вариантами на опытном участке отмечены по содержанию в почве нитратов. Определение нитратов, как и фосфатов, проводили в 3—4 срока ежегодно. В среднем за 4 года в абсолютном контроле нитратов было 5,7 мг/кг, в вар. 2—7,8, в остальных — от 20,1 до 28,6 мг/кг.

Количество обменного калия в почве по отдельным годам и в пределах каждого года по отдельным вариантам остается стабильным. Это можно объяснить высоким содержанием калия в почвах староорошаемой зоны Голодной степи.

Приведенные выше материалы позволяют констатировать, что минеральные удобрения, в первую очередь азотные, являются не только мощным фактором повышения урожайности, но и действенным средством сохранения и дальнейшего повышения плодородия орошаемых хлопковых полей.

Новоорошаемые и целинные земли

Система применения минеральных удобрений для староорошаемой зоны не может быть целиком и полностью перенесена в специфические условия новоосваиваемых земель Голодной степи. Обширные площади целинных почв характеризуются своими особенностями. В частности, содержание гумуса и общего азота здесь значительно ниже, чем на староорошаемых землях. Кроме того, распашка целинных земель ведет к потерям органического углерода и валового азота, особенно в первые годы освоения, на что указывалось в главе I. В связи с этим применение минеральных удобрений на новоосваиваемых землях приобретает особо важное значение и имеет особенности.

Работами И. Д. Дергунова в 1959, С. П. Сучкова в 1961, Г. П. Першина и др. в 1964, К. М. Разыкова в 1965, П. Х. Кадыходжаева в 1966, П. В. Протасова и др. в 1969 и нашими исследованиями в 1961—1962 гг. выявлена высокая эффективность минеральных удобрений под хлопчатник на этих землях.

Сравнительно низкую биогенность целинных почв Голодной степи многие исследователи объясняют слабой заселенностью их микроорганизмами. С. Ф. Лазарев (1961) на целинном светлом сероземе обнаружил всего 914 активных клеток в 1 г почвы, тогда как в староорошаемой почве их насчитывалось 3508 тыс.

Изучение темпов разложения дернины на целинном светлом сероземе Голодной степи, проведенное Г. П. Першиным, П. Х. Кадыходжаевым и Н. Атабековым показало, что при освоении их за один сезон разлагается от 34 до 60% дернины. В то же время в зоне старого орошения в исследованиях И. И. Мадраимова внесенная в почву гуза-пая за один сезон разлагалась на 80—90%, а корневые и пожнивные остатки люцерны — почти полностью.

Таким образом, целинные сероземы в отличие от староорошаемых почв отличаются меньшей биологической активностью, в том числе более замедленными темпами нитрификации.

По данным К. М. Разыкова (1965), при добавлении в почву легкодоступного для нитрификаторов энергетического материала в виде сульфата аммония нитрификация на целинных и новоосваиваемых почвах значительно уступает таковой на староорошаемой почве. Причиной же низкой нитрификационной способности почв нового освоения служит не недостаток энергетического материала, а слабая активность микроорганизмов. По мере удаления от года освоения потенциальная способность почв к нитрификации возрастает. За 15 дней инкубации на целине нитрифицирова-

лось около 30% азота, тогда как на почвах давнего освоения аммиачный азот нитрифицировался полностью.

Усиление деятельности нитрификаторов по мере давности освоения земель, безусловно, связано с улучшением условий для их существования, главным образом в результате повышения влажности. Нитрификация за счет своего азота в первые годы несколько ослабевает, что определяется уменьшением энергетического материала в почве. При разложении растительных остатков азот этих веществ используется микроорганизмами для по-

Таблица 16

Нитрификационная способность сероземно-луговых почв, мг/кг N—NO₃ (данные К. М. Разыкова, 1965)

Почва	В исходных образцах	На 15-й день инкубации			
		без удобрения		с удобрением	
		обнаружено	накоплено	обнаружено	накоплено

Совхоз „Правда“, бриг. № 1

Целина	4,4	16,5	+12,1	14,8	+10,4
Первого года освоения	18,8	10,7	— 8,1	32,5	+13,7
Второго года освоения	4,1	18,0	+13,9	52,2	+48,1

Совхоз „Пахтаара“, отд. им. Коминтерна

30—35-летнего освоения	3,8	19,8	+16,0	205,5	+202,7
------------------------	-----	------	-------	-------	--------

строения их плазмы. По мере отмирания микроорганизмов их белок (протени) включается в состав гумуса.

М. М. Кононова и Е. П. Лагунова (1940) и др. выявили, что с давностью освоения целины вследствие увеличения микронаселения и повышения доли почвенного белка в составе гумуса соотношение C:N сужается. Следовательно, при разложении органического вещества минеральные формы азота вовлекаются в процесс построения тел микроорганизмов и образования гумусовых веществ.

К. М. Разыков (1965) исследовал также нитрификационную способность засоленных сероземно-луговых почв Голодной степи (табл. 16). Наиболее четко различия в нитрификационной способности почв проявляются при внесении удобрений. С давностью освоения земель и интенсивностью культуры земледелия потенциальная способность почв к нитратонакоплению повышается. Нитрификационная же способность почв разной давности освоения за счет своего азота почти идентична. Однако и в этом случае прослеживается нарастание процесса нитрификации от почв нового к почвам давнего освоения. Внесение сульфата аммония (20 мг азота на 100 г почвы) вызывает усиление деятельности нитрификаторов.

На целине и в почве первого года освоения усиления нитрификационной способности почвы не наблюдается, даже при добавлении в почву необходимых для деятельности микроорганизмов аммонийных солей. Следовательно, пониженная нитрификационная способность почв нового освоения, особенно подверженных засолению, обусловлена слабой активностью нитрификаторов.

Результаты исследований дают основание предполагать, что потребность сельскохозяйственных культур в азотном удобрении на почвах нового освоения несколько выше, чем на почвах давнего освоения.

На новоосваиваемых землях Голодной степи для усиления деятельности микрофлоры, кроме запасов органического материала (дернины), нужен приток минеральных соединений, что решается правильным удобрением сельскохозяйственных культур.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА В ПОЛЯХ СЕВООБОРОТА НА ОКУЛЬТУРЕННЫХ СВЕТЛЫХ СЕРОЗЕМАХ

Краткие итоги полевых опытов с азотными удобрениями

Результаты первых опытов по изучению эффективности азотных удобрений на хлопчатнике в условиях орошаемого земледелия Средней Азии, относящиеся к 1906—1912 гг., были обобщены в работе Н. Н. Балашева и Я. И. Чуманова (1929). В Голодной степи в те годы при урожае в контроле 13,4 ц/га внесение 30—35 кг/га азота повышало урожайность хлопчатника до 18,5 ц/га, или на 38%.

Д. В. Харьков (1933), руководивший в 30-е годы сетью так называемых коллективных опытов, отмечал, что применение удобрений под хлопчатник было поставлено на научную основу в 1929 г. Установлено, в частности, что азотные удобрения проявляют эффективность на всех почвенных разностях.

В справочнике по эффективности удобрений, изданном в 1930 г. под редакцией Ф. Е. Колясева, приводятся данные об эффективности разных доз сернокислого аммония на фоне 90 кг/га фосфора в условиях Голодной степи. Эффективность годовой дозы азота 90 кг/га (табл. 17) обобщена по 14 пунктам с общим числом опытов 221, дозы 120 кг/га—в 11 пунктах (128 опытов), 180 и 240 кг/га—в 11 пунктах (по 65—64 полевым опытам).

С увеличением дозы азота возрастает и прибавка урожая. Усредненные по опытам данные свидетельствуют об увеличении урожая хлопка-сырца от внесения 90 кг/га азота на 24,2%, 120 кг/га—на 25,7, 180 кг/га—на 36,5, 240 кг/га—на 41,7%.

По данным Д. В. Харькова и Д. А. Сабинина (1932), в семхозе «Пахтаарал» действие и последствие азотнокислого аммония в дозах 90, 120, 180 и 240 кг/га сопровождалось прибавками урожая на 10,6; 13,1; 15,2 и 17,2 ц/га.

Оплата 1 кг азота урожаем за 2 года с 11,8 кг при годовой дозе 90 кг/га снижается до 7,2 кг по мере возрастания дозы азота

Таблица 17

Эффективность разных доз сернокислого аммония на фоне 90 кг/га P_2O_5

Номер пункта	Пункт	Число опытов	Урожай, ц/га		Прибавка	
			в контроле	в удобренных вариантах	ц/га	%
N 90						
3	Семхоз „Малик“	16	16,15	22,60	6,45	39,9
4	Голодноостепская опытная станция	20	17,34	24,24	6,90	39,8
7	Семхоз „Пахтаарал“	17	25,75	33,63	7,88	90,6
N 120						
3	Семхоз „Малик“	11	16,15	23,26	7,11	44,0
4	Голодноостепская опытная станция	14	17,34	26,06	8,72	50,3
7	Семхоз „Пахтаарал“	12	25,75	35,33	9,78	38,0
N 180						
3	Семхоз „Малик“	6	16,15	22,03	5,88	36,4
4	Голодноостепская опытная станция	8	17,34	26,67	10,33	59,6
7	Семхоз „Пахтаарал“	6	25,75	40,68	14,93	58,0
N 240						
3	Семхоз „Малик“	6	16,15	21,09	4,94	30,6
4	Голодноостепская опытная станция	8	17,34	31,12	13,78	79,5
7	Семхоз „Пахтаарал“	6	25,75	46,89	21,14	82,1

до 240 кг/га (табл. 18). Однако максимальный урожай (39,5 ц/га) и наибольшая оплата (8,0 кг хлопка на 1 кг азота) в год действия получены при годовой дозе 120 кг/га.

По сводным данным Я. И. Чуманова (1937), в Ташкентско-Голодноостепской зоне при среднем урожае в контроле 16,0 ц/га (80 случаев) прибавка от внесения 60—90 кг/га азота составила 4,4 ц/га, или 27%, от 120—180 кг/га—8,7 ц/га против 21,9 ц/га в контроле, или 39%.

Разумеется, эффективность азотных удобрений тесно связана с почвенно-климатическими условиями и всем комплексом агротехнических мероприятий каждого участка, проведенным с уче-

том биологических потребностей растений. Поэтому, указывает П. В. Протасов (1961), необходимо обращаться к материалам, характеризующим отзывчивость хлопчатника на внесение азотных удобрений в определенных конкретных условиях произрастания. Далее, он считает, что «приемлемым же подходом будет такой, когда доза удобрений по сравнению с более низкой нормой все же будет обеспечивать дальнейший рост урожая, причем прирост продукции должен перекрывать все расходы, связанные с

Таблица 18

Эффективность разных доз азотнокислого аммония в семхозе «Пахтаарал»

Доза N, кг/га	Действие в 1929 г.				Последствие в 1930 г.				Сумма при- бавок за 2 года, ц/га	Оплата 1кг N за 2 года, кг
	уро- жай, ц/га	прибавка		оплата 1 кг N, кг	уро- жай, ц/га	прибавка		оплата 1 кг N, кг		
		ц/га	%			ц/га	%			
0	24,3	—	—	—	21,0	—	—	—	—	—
90	30,9	6,6	27,2	7,3	25,0	4,0	19,0	4,4	10,6	11,8
120	33,9	9,6	39,5	8,0	24,5	3,5	16,7	3,0	13,1	11,0
180	33,4	9,1	37,4	5,1	27,1	6,1	29,0	3,4	15,2	8,4
240	31,7	7,4	30,5	3,1	30,8	9,8	46,7	4,1	17,2	7,2

дополнительным применением удобрений и уборкой дополнительного урожая». Чем выше прибавка при равных дозах или чем ниже доза при равных прибавках, тем выше оплата удобрений урожаем.

Обобщая данные коллективных производственных опытов, приведенные в табл. 17 и 18, можно отметить, что урожайность хлопчатника возрастает по мере увеличения годовой нормы азота до 240 кг/га.

Отдельные исследователи констатируют, что при планировании годовой нормы удобрений под хлопчатник следует исходить из биологического выноса питательных элементов 1 т хлопка-сырца и коэффициента использования минеральных туков. Считают, что коэффициент использования азота не превышает 50—60%, а вынос 1 т хлопка при урожае 25—30 ц/га равняется 45—60 кг.

По данным Главного управления технических культур МСХ СССР, на создание 1 т хлопка-сырца выносятся из почвы в среднем 50 кг азота, коэффициент использования 60 %.

По данным СоюзНИХИ, коэффициент использования азота на 1 т сырца колеблется в следующих пределах: на типичном сероземе (1926—1960 гг.) 47,8—74,0%, на староорошаемых (ирригационных) землях (1943—1952 гг.) —51,1—57,9, на луговых почвах (1959—1966 гг.)—32,2—45,8%. Эти данные показывают, что вынос азота связан с типом почвы и условиями выращивания хлопчатника.

Я. И. Чуманов и Н. П. Малинкин (1957) отмечали более высокую эффективность азота на светлых сероземах, чем на темных, типичных и луговых. Кроме того, она зависит от механического состава, степени засоления, агрофона и т. п. В этой связи определенный интерес представляют данные об урожае по Ташкентско-Голодностепскому оазису (табл. 19). Наибольшие прибавки от азота по фону старопахки получены на светлых сероземах (2,6 ц/га), меньше на темных (2,0 ц/га) и луговых незасоленных почвах

Таблица 19

Эффективность минеральных удобрений под хлопчатник в зависимости от почвенных условий (по материалам ВИУА)

Номер точек	Почвы	Число опытов	Урожай в контроле, ц/га	Прибавка, ц/га, от		
				N	P	NP
Старопахка						
7	Темные сероземы	26	11,6	2,0	—	3,3
8	Светлые сероземы незасоленные	31	14,2	2,6	1,6	4,4
9	Луговые незасоленные	11	10,4	1,9	2,2	4,5
Распахка люцерны						
7	Темные сероземы	7	14,2	—	3,9	3,7
8	Светлые сероземы слабозасоленные	13	17,3	0,6	0,4	2,0
9	Луговые незасоленные	5	10,3	—	1,7	0,4
Внесение органических удобрений						
6	Светлые незасоленные и слабо-засоленные	5	14,8	—	1,6	4,4

(1,9 ц/га). По фону распахки люцерны прибавка 0,6 ц/га отмечена только на светлых сероземах, тогда как прибавка от фосфора на этих почвах наименьшая, а совместное действие азота и фосфора дает превышение над суммой прибавок, полученных от их раздельного внесения.

В опытах У. Бектураева в совхозе «Пахтаарал» эффект от 100 кг/га азотных удобрений получен не только на 4—5-й годы возделывания хлопчатника, но и по пласту (+1,1 ц/га в 1960 г.) и обороту пласта (+3,7 ц/га в 1961 г.).

Величина годовой нормы удобрений и вынос их, безусловно, зависят от количества усвояемых форм питательных веществ. В связи с этим Н. К. Балябо, С. Г. Васильева и Т. П. Ласукова предлагают устанавливать нормы азотных удобрений по содержанию в почве NO_3 . По их мнению, обширный опыт и практика свидетельствуют о том, что обосновать применение азотных удобрений на орошаемых землях можно лишь с учетом потребности в них растений и закономерностей динамики подвижных форм азо-

та в почве. Различия же отдельных участков внутри каждого типа почв по возможности мобилизации азота остаются без внимания. Авторы подчеркивают необходимость составления на каждый год картограммы по содержанию NO_3 в пахотном слое до сева.

П. В. Протасов (1961) указывает, что процесс окультуривания заметно нивелирует различия в плодородии на всех почвенных разностях Средней Азии, за исключением мелиоративно неблагоприятных.

Итак, нормы азотных удобрений зависят от типа почв, их окультуренности, агротехники участка и т. п.

Первые опыты с удобрениями на Пахтааральской станции начаты М. П. Юматовым в 1931 г. По результатам трехлетних полевых исследований установлено, что в контроле урожай составил 16,9 ц/га, при внесении 90 кг/га азота—21,9 ц/га, 90 кг/га фосфора—17,6 ц/га и 90 кг/га калия—17,1 ц/га. Наибольшая прибавка по старопашке получена от азота, эффект от фосфора и калия слабый. По фону распахки люцерны при урожае в контроле 37,7 ц/га эффект от азота и фосфора близок—43,2 и 43,6 ц/га.

Система удобрения хлопчатника в полях севооборота изучалась М. П. Юматовым с 1935 по 1938 г. путем наложения вариантов начиная с первого года распахки трехлетней люцерны. Грунтовые воды на опытном участке залегали на глубине 4—6 м, почва по механическому составу среднесуглинистая, повторность опыта 6-кратная.

Из табл. 20 следует, что увеличение годовой дозы азота до 250 кг/га на 4-й год возделывания хлопчатника после распахки трав дало наибольшую прибавку—9,2 ц/га (вар. 3). В первый год распахки эффекта от удобрений не получено, что обусловлено несовершенством запашки дернины люцерны.

В других полевых опытах по пласту оптимальной оказалась доза 45—50 кг/га азота, по обороту пласта—90 кг/га на фоне 90 кг/га фосфора. На 3-й год эффективными оказались варианты с нормой 150 кг/га азота, на 4-й—200—250 кг/га.

Углубленные исследования по дозам минеральных удобрений нами с Г. Г. Бабиковой проведены в 1963—1966 гг. Полевой опыт ставили в отделении им. Коминтерна совхоза «Пахтаарал». Опыт многолетний, заложен по обороту пласта двухлетней люцерны, продолжался до 5 лет возделывания хлопчатника в севообороте.

Исходное содержание подвижного фосфора на опытном участке 70, подвижного калия около 300 и нитратов 10—20 мг/кг, общего фосфора 0,190—0,167, азота 0,080—0,110 и калия 2,0%.

Возделывали хлопчатник сорта 108-Ф. Грунтовые воды на глубине 2,0—2,5 м, минерализация их 3—3,5 г/л по плотному остатку. Почвы слабозасоленные с содержанием в метровом слое 0,3—0,4% плотного остатка. Ежегодно после зяблевой вспашки участок промывали нормой около 2500 м³/га. Удобрения вносили согласно схеме опыта с соблюдением рекомендуемых МСХ УзССР

и СоюзНИХИ техники и способов заделки в почву. Применяли суперфосфат гранулированный—14—18% P_2O_5 , аммиачную селитру—33—34% N, калий хлористый—53,4% K_2O .

Результаты наблюдений за ростом и развитием хлопчатника в конце вегетации показали, что увеличение доз азота до 150—200 кг/га в 1963 г. и до 250—300 кг/га в последующие годы положительно сказалось на высоте растений, образовании плодовых ветвей и накоплении коробочек.

Таблица 20

Удобрение хлопчатника и урожай хлопка-сырца по годам

Номер вари- анта	1935			1936			1937			1938		
	годовая норма, кг/га											
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	90	0	150	200	0	125	250	0
3	0	0	0	60	90	0	200	150	0	250	125	0
4	0	90	0	0	0	0	150	0	0	200	0	0
5	0	90	0	0	90	0	0	150	0	0	200	0
6	0	90	0	60	90	0	150	75	0	200	100	0
7	45	90	0	60	90	0	75	150	0	100	200	0
8	45	90	45	60	90	0	150	150	0	200	200	0
9	45	90	45	90	90	75	150	150	75	200	200	100

Номер варианта	Урожай, ц/га					Прибавка за 4 года	
	1935	1936	1937	1938	за 4 года	ц/га	%
1	30,7	41,1	36,9	32,0	140,7	—	—
2	30,6	41,7	43,1	40,2	155,6	14,9	12,0
3	31,2	45,3	41,1	41,2	158,8	18,1	12,9
4	28,9	44,9	42,3	40,4	156,5	15,8	11,2
5	29,9	44,5	39,8	35,6	149,8	9,1	6,5
6	32,3	46,6	43,5	39,0	161,4	20,7	15,5
7	29,3	46,0	42,5	36,5	154,3	13,6	9,7
8	30,8	46,0	40,7	40,7	158,2	17,5	12,4
9	27,1	48,9	42,3	39,6	157,9	17,2	10,8

В опыте различия по вариантам в наступлении фаз цветения и созревания небольшие. Тем не менее фазы цветения и созревания наступали на несколько дней раньше при малых и умеренных дозах азота и фосфора (100—150 кг/га). Позднее цветение и созревание наступали в вариантах с односторонним внесением 100 кг/га азота и с очень высокими дозами азота и фосфора. В удобряемых вариантах фаза 50% цветения отодвигалась на 2—3 дня, созревание—до 5 дней.

Крупность коробочек и урожай хлопка-сырца в зависимости от доз минеральных удобрений (исполнитель Г. Г. Бабилова)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га						Крупность коробочек, г				Урожай хлопка-сырца, ц/га			
	1963 г.			1964—1966 гг.			1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.
	N	P	K	N	P	K								
1	100	—	—	Контроль			5,4	5,2	6,2	3,7	29,4	23,5	25,7	20,2
2	100	115	—	—	100	—	5,9	5,8	6,3	4,0	34,6	29,9	28,9	24,3
3	100	115	—	—	100	—	5,9	6,2	6,5	4,2	35,2	30,9	32,2	29,2
4	100	115	50	100	100	50	5,7	6,2	6,8	4,4	34,0	30,9	36,9	31,0
5	150	—	—	—	150	—	5,0	6,5	6,7	4,5	34,7	33,0	36,2	33,9
6	150	115	—	—	150	—	6,2	6,8	6,7	4,7	37,5	32,9	31,7	33,4
7	200	115	—	—	150	—	6,5	6,7	6,4	5,1	39,9	34,8	36,9	35,9
8	133	165	—	—	200	—	6,2	6,7	6,9	4,7	38,1	33,6	28,4	34,4
9	—	—	—	—	200	—	—	6,9	7,1	4,5	—	35,7	26,8	33,2
10	—	—	—	—	200	100	—	6,9	7,2	4,8	—	35,3	30,2	34,2
11	—	—	—	—	250	—	—	6,9	6,1	4,4	—	34,8	26,1	30,4
12	—	—	—	—	250	—	—	6,9	6,0	4,4	—	36,1	29,5	32,9
											$E = \pm 1,3$ ц/га	$\pm 0,6$ ц/га	$\pm 2,0$ ц/га	$\pm 0,8$ ц/га
											$P = 3,6\%$	1,8%	6,2%	2,5%

Наибольший вес одной коробочки (табл. 21) в 1963 г. отмечен в вариантах с повышенными дозами азота (133, 150 и 200 кг/га) — 6,2—6,5 г при среднем весе в контроле 5,4 г. В варианте с внесением 100 кг/га азота вес коробочки увеличился на 0,3—0,5 г (вар. 2—4).

В 1964 г. при среднем весе коробочки в контроле 5,2 г внесение 100 кг/га азота привело к увеличению веса коробочки на 0,6—1,0 г, 150 кг/га — на 1,3—1,6 г, 200 кг/га — на 1,5 г, 250—300 кг/га — на 1,7 г.

Увеличение среднего веса коробочки от внесения удобрений наблюдалось и в последующие годы, хотя различия между контролем и удобряемыми вариантами несколько сглаживались, а в отдельных вариантах с наложением повышенных норм азота вес коробочки даже несколько ниже в сравнении с умеренными нормами (150, 100 кг/га).

В 1963 г. по обороту пласта в контроле урожай хлопка-сырца равнялся 29,4 ц/га, на 3-й год после распахивания — 23,5, на 5-й (1966 г.) — 20,2 ц/га. Высокие урожаи обусловлены высокой окультуренностью и слабой засоленностью почвы, внесение же минеральных удобрений существенно повышает урожай. Наибольшая прибавка по обороту пласта люцерны составила 10,5 ц/га в варианте с внесением 200 кг/га азота, несколько меньшая — 4,6—8,1 ц/га — от внесения 100—150 кг/га азота на фоне фосфора. Различия в урожае между вариантами 100 и 150 кг/га азота в пределах ошибки.

В 1964 г. по 3-му году возделывания хлопчатника прибавки от внесения 200—250 и 300 кг/га возросли до 10,1—12,6 ц/га, однако разница от внесения 200, 250 и 300 кг/га азота находится в пределах двойной ошибки опыта.

В 1965 г. наибольшая прибавка урожая 11,2 ц/га получена при внесении 100 и 200 кг/га азота.

В вариантах с очень высокими нормами азота, видимо, из-за повышения концентрации почвенного раствора в результате несвоевременных поливов отмечена депрессия в прибавках.

На 5-й год после распахивания трав (1966 г.) на всех удобряемых азотом вариантах по фону фосфора прибавки были в пределах 10,8—15,3 ц/га. Следует отметить, что по старопашке соотношение азота и фосфора 1:0,7 было лучше, чем 1:1. При сравнении прибавок по годам наблюдается ежегодное и относительное повышение эффективности минеральных удобрений по сравнению с контролем (см. табл. 21).

Результаты 4-летнего изучения доз и соотношений минеральных удобрений в условиях высокоокультуренных светлых сероземов Голодной степи показали, что внесение их повышает урожайность на 30—78%. Наибольшая прибавка урожая на окультуренных сероземах получена от 150—200 кг/га азота и 100—150 кг/га фосфора.

В другом полевом опыте (Батыев, Задорожный, Мауленов,

1975), различные дозы минеральных удобрений в 1972—1975 гг. оказали существенное влияние на рост и развитие хлопчатника, особенно в учетах на 1 августа и 1 сентября. Так, высота растений хлопчатника перед чеканкой по состоянию на 1 августа составила в среднем за 4 года в контроле 77,2 см, в варианте с Р 100 К 75—81,0 см, в вариантах со 150 кг/га азота по калийному, фосфорному и фосфорно-калийному фону—83,4—86,8 см, в вариантах 8—12 с 250 кг/га азота—88,7—92,8, в вариантах 13—16 с 350 кг/га азота по фосфорно-калийным фону—88,9—93,4 см. Таким образом, наименьший рост хлопчатника отмечен в контроле и варианте без азота. Число симподиев на 1 августа в контроле равнялось 11,4, в варианте без азота—12,3, с внесением 150 кг/га азота на 1,2—1,5 больше, чем в контроле, 250 и 350 кг/га—соответственно на 1,7—2,1 и 1,8—2,3 больше.

Наименьшее число коробочек на растении было в контроле—7,2, несколько больше в варианте без азота—7,3, варианты с внесением 150, 250 и 350 кг/га превышали контроль на 0,9—1,6; 1,7—2,4 и 2,4—2,6 коробочки. Следовательно, благоприятно для накопления урожая увеличение дозы азота до 250—350 кг/га.

Слабое засоление почвы и соблюдение высокой агротехники на опытном участке при ежегодной густоте стояния 100—120 тыс/га позволили ежегодно получать высокие урожаи хлопка-сырца даже в контроле (табл. 22). Здесь на 3-й год возделывания хлопчатника урожайность равнялась 44,1 ц/га, по мере отдаления от года распахки она снижалась до 36,8; 33,4 и 31,8 ц/га. Очевидно, относительно высокие урожаи—результат последствий распахки пласта, ранее внесенных удобрений и ежегодной заделки большой органической массы в виде опавших листьев и стеблей хлопчатника. В среднем за 4 года урожай в контроле составил 36,5 ц/га, в том числе курачного—2,0 ц/га.

Внесение Р 100 К 75 без азота обеспечило прибавку общего урожая в среднем за 4 года на 1,4 ц/га, при величине курачного 3,0 ц/га.

При внесении N 150 К 75 без фосфора урожай был близок к варианту N 150 Р 100 без калия—40,0—39,9 ц/га. На 0,4—1,9 ц/га больше хлопка-сырца получено при внесении 150 кг/га азота по фосфорно-калийному фону. Увеличение дозы фосфора с 75 до 150 кг/га повысило урожайность на 1,1 ц/га.

Увеличение годовой дозы азота до 250 кг/га по фосфорно-калийному фону обеспечило рост общего урожая хлопка-сырца до 41,5—43,0 ц/га, курачного до 4,3—6,4. При исключении фосфора и годовой дозе азота 250 кг/га и калия 75 кг/га общий урожай снизился на 1,5, а курачный повысился на 1,3 ц/га.

С увеличением годовой дозы азота до 350 кг/га по различным фосфорно-калийным фону незначительно повышается общая урожайность в сравнении с дозой 250 кг/га (в пределах 42,6—44,7 ц/га), в основном за счет последнего курачного сбора.

Таблица 22

Общий и курачный урожай хлопка-сырца в зависимости от доз удобрений, ц/га

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Общий урожай					Курачный урожай				
	N	P	K	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.	среднее за 4 года	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.	среднее за 4 года
1	0	0	0	44,1	36,8	33,4	31,8	36,5	5,6	2,1	0,5	0,1	2,0
2	0	100	75	44,4	37,7	34,3	35,5	37,9	6,4	3,6	0,8	1,4	3,0
3	150	0	75	45,3	41,3	35,0	38,5	40,0	6,2	4,5	1,9	1,7	3,5
4	150	100	0	44,9	42,1	34,9	37,7	39,9	5,8	4,6	2,1	2,6	3,7
5	150	100	75	48,2	40,9	35,9	38,3	40,8	7,3	4,5	2,1	2,1	4,0
6	150	75	75	46,1	39,9	35,2	40,5	40,4	5,9	3,6	2,0	2,8	3,5
7	150	150	75	48,6	41,9	36,0	39,9	41,5	6,6	4,9	1,9	3,2	4,1
8	250	0	75	46,2	40,7	38,3	40,9	41,5	9,1	5,2	2,8	2,4	6,4
9	250	100	75	49,6	41,3	39,1	42,1	43,0	9,8	5,3	3,0	2,5	5,1
10	250	150	75	48,9	42,2	38,5	41,2	42,7	7,6	5,2	3,1	2,5	4,6
11	250	250	75	48,1	40,5	39,9	41,2	42,4	8,2	4,6	1,2	3,3	4,3
12	250	250	125	47,8	42,9	40,7	39,5	42,7	8,1	5,5	3,2	2,6	4,8
13	350	250	125	49,6	43,5	42,9	42,8	44,7	9,1	5,6	3,8	2,6	5,2
14	350	175	125	49,3	43,9	40,7	43,6	44,4	9,7	5,8	3,9	3,2	5,6
15	350	350	125	45,9	42,1	42,3	42,2	43,1	9,8	6,0	2,0	4,1	5,4
16	350	350	175	46,4	40,9	39,3	43,8	42,6	9,7	6,0	3,8	3,6	5,7

В пределах одинаковой нормы азота соотношения азота и фосфора 1:0,5 и 1:0,7 наиболее эффективны.

На высокообеспеченных обменным калием почвах внесение калия по азотно-фосфорным фонам существенного влияния на общий и курачный урожай не оказало (см. табл. 22). Средний вес коробочек за 4 года в контроле составил 4,9 г, при внесении Р 100 К 75—5,1 г, в остальных вариантах—5,6—5,9 г. При этом при годовой дозе азота 150 кг/га он колеблется от 5,6 до 5,7, а при 250 и 350 кг/га — от 5,7 до 5,9 г. Разница между вариантами с годовой дозой азота 250 и 350 кг/га по фосфорно-калийному фону не улавливается.

Зависимость технологических качеств волокна и выноса азота хлопчатником от норм минеральных удобрений

Д. Н. Прянишников (1963) указывал, что минеральные удобрения являются не только мощным средством поднятия урожайности сельскохозяйственных растений, но и средством воздействия на химический состав и качество продукции.

Таблица 23

Технологические качества хлопкового волокна (данные Г. Г. Бабиковой по сборам 1963 г.)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Крепость, г	Разрывная длина, см	Длина, мм	Зрелость	Сорт
	N	P	K					
1	Контроль			3,84	24,5	32,9	1,78	3
2	100	0	0	4,16	24,4	33,3	1,90	2
3	100	115	0	4,54	25,0	32,8	2,02	1
4	100	115	50	3,96	24,1	33,4	1,83	2
5	150	0	0	3,90	24,2	34,9	1,82	2
6	150	115	0	4,16	24,6	33,6	1,89	2
7	200	115	0	3,89	24,8	34,0	1,79	3
8	140	165	0	4,03	24,3	34,3	1,86	2

Установлено, что при правильном использовании и совместном внесении минеральных удобрений улучшается качество волокна и семян. В нашем опыте также отмечено повышение качества волокна, крепости, длины и разрывной нагрузки, сортности (табл. 23).

Технологические свойства волокна мы определяли и в опыте географической сети с удобрениями. Лучшие технологические свойства обнаружены у коробочек 4—6-го симподиев (табл. 24).

В контроле выход волокна в коробочках 1—3-го симподиев составил 35,8, 4—6-го—37,1 и 7—9-го—33,6%, длина волокна—соответственно 30,4; 30,8 и 30,7 мм, разрывная нагрузка 4,4; 4,3

и 3,5 кг, метрический номер 5760; 5710 и 6860, коэффициент зрелости 1,9, 1,9 и 1,6, разрывная длина 24,2; 24,6 и 24,0 см.

Крепость волокна коробочек первых двух ярусов соответствует II промышленному сорту, третьего яруса—III. В коробочках нижних и средних ярусов при внесении минеральных удобрений выход волокна по сравнению с контролем снижается: 1—3-го симподиев на 2,0—3,6, 4—6-го—на 1,5—3,7%. В коробочках верхних ярусов между контролем и удобряемыми вариантами четких различий по выходу волокна нет. Между удобряемыми вариантами

Таблица 24

Технологические качества волокна коробочек 4—6-го симподиев

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Выход волокна, %	Длина, мм	Разрывная нагрузка, кг	Метрический номер	Коэффициент зрелости	Разрывная длина, см	Сорт
	N	P	K							
1	0	0	0	37,1	30,8	4,3	5710	1,9	24,6	II
2	0	100	75	36,6	30,7	4,3	5730	1,9	24,6	II
3	150	0	75	35,5	30,9	4,2	5830	1,9	24,6	II
4	150	100	0	34,8	30,5	4,0	6000	1,8	24,0	II
5	150	100	75	34,5	31,0	4,2	5820	1,9	24,5	II
6	150	75	75	35,6	31,0	4,1	5860	1,9	24,0	II
7	150	150	75	35,5	30,6	4,0	5960	1,8	23,8	II
8	250	0	75	34,8	30,6	4,1	5840	1,9	23,9	II
9	250	100	75	35,5	30,9	4,2	5770	1,9	24,2	II
10	250	150	75	35,4	31,2	4,1	5860	1,9	24,0	II
11	250	250	75	35,3	30,9	4,1	5930	1,9	24,3	II
12	250	250	125	35,1	30,4	4,0	5980	1,8	23,9	II
13	350	250	125	34,8	31,2	4,0	5980	1,8	23,9	II
14	350	175	125	34,2	31,0	4,1	5940	1,9	24,4	II
15	350	350	125	33,4	31,6	4,2	5790	1,9	24,3	II
16	350	350	175	34,2	31,2	4,1	5910	1,9	24,2	II

различия по выходу волокна в зависимости от доз и соотношений питательных элементов несущественные, если не считать вар. 2, где выход выше, чем в остальных.

В большинстве случаев минеральные удобрения приводят к увеличению длины волокна и почти не влияют на его зрелость, остальные показатели качества волокна по всем симподиям несколько уступают контролю. Видимо, внесение удобрений, особенно повышенных доз азотных, способствует образованию большой вегетативной массы, которая ухудшает освещенность коробочек и затягивает их созревание.

Сказанное подтверждается тем, что коробочки верхних ярусов в контроле укладываются по технологическим показателям в требованиях, предъявляемых к III сорту, удобряемых азотом по фосфорно-калийным—к IV—V.

Установлено также положительное действие минеральных удобрений на вес семян и их маслянисть. С увеличением дозы

Таблица 25

Влияние доз минеральных удобрений на качество семян

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Вес 1000 семян, г				Абсолютный вес, г				Масличность семян, %			
	N	P	K	с симподиев			средний	с симподиев			средний	с симподиев			средний
				3-го	6-го	9-го		3-го	6-го	9-го		3-го	6-го	9-го	
1	0	0	0	104,5	105,0	104,0	104,5	79	80	79	79	21,5	21,2	20,0	20,9
2	0	100	75	108,0	108,5	99,0	105,2	88	83	75	82	21,8	22,0	19,4	21,2
3	150	0	75	122,5	114,0	94,5	110,3	99	96	75	90	23,8	23,0	17,8	21,5
4	150	100	0	123,0	108,0	104,0	111,7	98	85	79	87	22,7	21,3	17,3	20,4
6	150	75	75	122,5	114,0	108,0	111,5	99	90	81	90	22,8	22,9	19,0	21,6
7	150	150	75	124,5	106,0	96,0	110,8	96	86	71	84	22,1	22,5	17,9	20,8
10	250	150	75	110,0	107,5	98,0	105,2	90	88	78	85	23,0	22,0	17,2	20,7
11	250	250	75	125,5	118,0	104,5	116,0	94	89	89	91	22,4	21,0	20,3	21,1
14	350	175	125	121,5	118,0	110,0	116,5	95	99	85	93	22,1	22,9	18,4	21,1
15	350	350	125	127,0	116,0	98,0	113,7	101	94	72	89	22,7	22,1	20,9	21,9
16	350	350	175	127,0	120,5	107,0	118,2	99	94	82	92	22,3	22,5	16,6	20,5

Таблица 26

Влияние доз и соотношений питательных элементов на содержание азота в хлопчатнике, % (данные Г. Г. Бабиковой, 1969 г.)

Орган растения	Контроль	2-й вар. N 100	3-й вар. N 100 P 115	4-й вар. N 100 P 115 K 50	7-й вар. N 200 P 115	8-й вар. N 140 P 165
25-V, 2—3 наст. листочка						
Стебли	1,30	1,21	1,12	1,03	1,19	1,13
Листья	2,04	2,41	2,23	1,86	2,38	2,25
22. VI, бутонизация						
Бутон	0,55	1,00	1,12	1,12	1,20	1,18
Листья	1,83	2,20	2,40	2,73	2,88	2,40
Стебли	0,61	0,73	0,80	0,91	0,96	0,80
20.VII, цветение						
Бутон	1,94	2,70	1,94	1,72	1,94	1,72
Цветки	1,94	1,31	1,55	1,65	1,84	1,89
Листья	2,70	2,62	2,00	2,42	2,94	1,86
Стебли	0,84	1,94	1,26	1,21	1,06	1,79
26.IX, созревание						
Листья	1,89	1,75	1,94	2,39	2,58	2,25
Стебли	0,97	0,92	1,16	1,09	1,18	1,38
Створки	1,26	1,00	1,20	1,11	1,29	1,46
Сырце	1,45	1,52	1,65	1,63	1,97	1,74

азота до 250—350 кг/га и соответствующих количествах фосфора и калия вес 1000 семян заметно возрастает. Различия между удобряемыми вариантами в зависимости от доз по этим показателям незначительные. Изменение соотношений азота и фосфора почти не влияет на вес семян и масличность. Вес семян существенно умень-

Таблица 27

Содержание NPK в растениях в зависимости от их доз и соотношений (1974 г.)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Массовые выходы	Бутониза- ция	Цветение- плодообра- зование	Созревание
	N	P	K				
А з о т							
1	0	0	0	3,44	2,55	1,72	1,38
2	0	100	75	3,95	2,64	1,95	1,49
5	150	100	75	4,46	2,68	2,16	1,72
8	250	0	75	4,46	2,83	2,55	1,69
9	250	100	75	4,46	2,65	2,41	1,61
10	250	150	75	3,37	2,75	2,40	1,67
11	250	250	75	4,26	2,85	2,41	1,58
13	350	250	125	4,20	2,72	2,53	1,62
Ф о с ф о р							
1	0	0	0	1,97	1,09	0,94	0,93
2	0	100	75	1,95	1,15	0,98	0,89
5	150	100	75	1,97	1,09	0,91	0,85
8	250	0	75	1,95	1,06	0,90	0,77
9	250	100	75	2,00	1,10	0,94	0,81
10	250	150	75	1,95	1,10	0,93	0,79
11	250	250	75	2,02	1,11	0,98	0,87
13	350	250	125	1,97	1,16	1,06	0,81
К а л и й							
1	0	0	0	1,65	3,44	2,91	1,88
2	0	100	75	1,64	3,75	3,10	1,98
5	150	100	75	1,77	3,75	3,33	2,00
8	250	0	75	1,62	3,59	3,42	2,11
9	250	100	75	1,71	3,65	3,52	2,26
10	250	150	75	1,68	3,68	3,48	2,13
11	250	250	75	1,74	3,60	3,41	2,09
13	350	250	125	1,80	3,75	3,52	2,33

шается при переходе от 3-го к 6-му и далее к 9-му симподиям, масличность — в коробочках 9-го симподия (табл. 25).

Таким образом, минеральные удобрения положительно влияют на длину волокна, вес семян и масличность, но снижают выход волокна, несколько ухудшают разрывную нагрузку, метрический номер, разрывную длину. Снижение коэффициента зрелости от удобрений в сравнении с контролем наблюдается лишь в

верхних курачных коробочках. Содержание в растениях элементов питания меняется не только по фазам, но и в связи с изменением условий питания.

В другом полевом опыте (табл. 26) более высокое содержание азота в растениях отмечалось в фазы массовых всходов и 2—4 настоящих листочков. Фосфор и калий увеличиваются в фазы бутонизации—цветения.

Содержание общего азота к концу вегетации в вегетативных органах снижается из-за оттока азотсодержащих соединений из листьев и стеблей в плодозлементы. Установлено увеличение азота в хлопчатнике во все фазы развития с повышением доз азотных удобрений.

В конце вегетации при внесении 100 кг/га азотных удобрений количество азота в хлопчатнике было меньше, чем при совместном внесении азота и фосфора.

В многолетнем опыте географической сети с удобрениями (исполнители Ж. Я. Батыев, Г. П. Задорожный, А. Мауленов) определяли содержание азота, фосфора и калия (табл. 27). Установили, что азота в фазу массовых всходов было больше, чем в последующие периоды. При этом во все сроки определения в контроле его меньше, чем в удобренных вариантах. В удобренных вариантах низкое содержание азота в растениях отмечено в вар. 2 (P100 K75 без азота), сравнительно больше его в растениях вар. 8 (без фосфора).

Различия между вариантами по содержанию фосфора в растениях

Рис. 1. Вынос азота на 1 га (верхние цифры) и 1 т хлопка-сырца (нижние цифры) по вариантам:

1—контроль; 2—N 100 P0 K0; 3—N 100 P 100 K0; 4—N 100 P100 K 50; 5—N200 P 200 K0; 6—N 200 P 200 K 100; 7—N 300 P 200 K0.

проявляются слабо, причем оно убывает по мере старения растений.

Количество калия в растениях, как правило, возрастает с увеличением доз минеральных удобрений (несколько значительнее при дополнительном внесении 125 кг/га K_2O). Следует отметить, что содержание K_2O в растениях в период массовых всходов ниже, чем фосфора и тем более азота, в последующие фазы развития оно превышает количество фосфора и азота (см. табл. 27).

Учитывая накопление органической массы и содержание элементов питания в растениях, мы высчитали вынос NPK и коэффициент использования минеральных туков. В первом опыте вынос азота 1 т хлопка-сырца составил в 1963 г. 35,9—53,1 кг, в 1964—

Таблица 28

Вынос азота, фосфора и калия хлопчатником, кг/га (данные Ж. Я. Батыева, Г. П. Задорожного, А. Мауленова, 1974 г.)

Номер вари- анта	Годовая норма, кг/га			Массовые всходы	Бутониза- ция	Цветение — плодообра- зование	Созревание	Вынос 1 т хлопка- сырца
	N	P	K					
А з о т								
1	0	0	0	0,24	5,42	56,93	81,60	24,43
2	0	100	75	0,27	5,37	68,61	95,00	27,69
5	150	100	75	0,30	5,64	90,09	113,61	31,64
8	250	0	75	0,29	6,53	137,80	136,00	35,50
9	250	100	75	0,30	5,61	114,10	135,87	34,74
10	250	150	75	0,28	6,50	137,76	142,58	37,03
11	250	250	75	0,28	6,55	126,63	135,06	33,84
13	350	250	125	0,29	5,88	145,16	161,48	37,64
Ф о с ф о р								
1	0	0	0	0,14	2,33	31,00	54,82	16,41
2	0	100	75	0,14	2,34	34,42	56,46	16,46
5	150	100	75	0,13	2,29	38,13	58,14	16,19
8	250	0	75	0,12	2,45	48,68	61,66	16,09
9	250	100	75	0,13	2,33	44,64	68,54	17,52
10	250	150	75	0,13	2,60	53,76	67,73	17,59
11	250	250	75	0,13	2,55	51,81	74,14	18,58
13	350	250	125	0,13	2,50	60,74	81,04	18,89
К а л и й								
1	0	0	0	0,12	7,31	96,29	111,18	33,28
2	0	100	75	0,12	7,62	108,98	125,84	36,68
5	150	100	75	0,12	7,89	138,89	132,20	36,82
8	250	0	75	0,10	7,27	185,29	169,34	44,21
9	250	100	75	0,11	7,73	166,32	190,37	48,68
10	250	150	75	0,11	8,72	200,25	181,29	47,08
11	250	250	75	0,11	8,27	179,28	137,81	44,56
13	350	250	125	0,12	8,11	202,31	231,61	53,98

51,9—67,5, в 1965—26,1—59,7 кг. Вынос хлопчатником азота в разрезе вариантов опыта (1965 г.) приводится на рис. 1.

Во втором опыте (табл. 28) в контроле вынос азота в конце вегетации составил 81,80 кг/га, в вар. 2—95,00, в вар. 5 увеличивается до 113,61 кг/га. С повышением годовой нормы азота до 250 кг/га по разным фонам фосфора вынос азота находится в пределах 135,06—142,58 кг/га, при внесении 350 кг/га азота по фону 250 кг/га фосфора и 125 кг/га калия достигает 161,48 кг/га.

Вынос фосфора к концу вегетации в контроле равен 54,82 кг/га, в вар. 2—56,4, в вар. 5—58,14 кг/га. Внесение 250 и 350 кг/га азота способствует дальнейшему росту выноса фосфора, главным образом в результате увеличения органической массы. Повышение годовой нормы фосфора со 100—150 до 250 кг/га при той же дозе азота (вар. 11 и 13) также способствует увеличению

Таблица 29

Коэффициент использования минеральных удобрений в зависимости от норм (кг/га) внесения (данные Г. Г. Бабиковой. Среднее за 1963—1966 гг.)

Номер варианта	1963 г.			1964—1966 г.			Коэффициент использования		
	N	P	K	N	P	K	азота	фосфора	калия
1	0	0	0	0	0	0	—	—	—
2	100	0	0	100	0	0	19,9	—	—
3	100	115	0	100	100	0	32,3	10,7	—
4	100	115	50	100	100	50	49,2	13,8	52,7
7	200	115	0	200	150	0	53,5	25,5	—
8	140	163	0	200	200	0	37,8	11,6	—
10	—	—	—	250	200	100	25,3	9,1	58,9
12	—	—	—	300	250	0	39,1	7,3	—

выноса фосфора до 74,14—81,04 против 67,73—68,54 кг/га (вар. 9 и 10).

За период вегетации хлопчатник больше всего выносит калия (в контроле 111,18 кг/га, в вар. 13—231,61 кг/га).

Вынос 1 т хлопка-сырца азота равен 24,43—37,06, фосфора 16,09—18,89 и калия 33,28—53,98 кг/га.

Коэффициент использования питательных элементов, определенный разностным методом, при одностороннем внесении азота (вар. 2) равен 19,9% (табл. 29), при совместном внесении азота с фосфором и калием повышается до 25,3—53,5%. Коэффициент использования фосфора в опыте колеблется в пределах 7,3—25,5%, причем наименьшим он был при высоких дозах фосфорных удобрений (200—250 кг/га P_2O_5). Наилучшее использование фосфорного удобрения отмечено в вар. 7 (N 200 P 115—150 кг/га).

Использование калия достигает в среднем 52,7—58,9%.

Таким образом, совместное внесение удобрений повышает коэффициент использования азота и фосфора. При нормах азота и фосфора более 200 кг/га снижается коэффициент их использования. Наиболее оптимальны дозы 250 кг/га азота и 150 кг/га фосфора.

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений под хлопчатник

Использование минеральных удобрений в возрастающих объемах — важный фактор последовательной интенсификации хлопководства, требующий экономического обоснования

в каждой почвенно-мелиоративной зоне в целях получения максимального хозяйственного эффекта. При этом важно определить не только величину урожая, полученного за счет удобрений, но и знать их окупаемость, что позволяет более рационально устанавливать нормы минеральных туков.

Экономическую эффективность различных норм азотных, фосфорных и калийных удобрений под хлопчатник определяли по следующим данным:

- стоимость минеральных удобрений (франко-совхоз);
- затраты на внесение минеральных удобрений, включая развоз по полям;
- затраты на хранение;
- прибавка урожая хлопка-сырца от внесения удобрений в сумме за 3 года опыта;
- затраты на уборку дополнительного урожая хлопка-сырца (в целом по совхозу «Пахтаарал» 7 руб/ц);
- накладные расходы — 15% прямых затрат;
- реализационная цена 1 ц хлопка-сырца (по совхозу «Пахтаарал» 29 руб.).

Разница между стоимостью издержек на удобрение и уборку дополнительного урожая и стоимостью дополнительного урожая дает величину прибыли от применения минеральных удобрений.

Все изучаемые нормы минеральных удобрений обеспечивали получение дополнительной прибыли, т. е. затраты на удобрения и уборку дополнительного урожая с накладными расходами окупались полученными прибавками.

Наибольшая прибыль получена в вариантах ежегодного внесения 200 кг/га азота и 150 кг/га фосфора — 585,6 руб/га за 3 года. Внесение под хлопчатник по 200 кг/га азота и фосфора сопровождалось заметным снижением прибыли (323,8 руб/га).

На втором месте по окупаемости минеральных удобрений стоит вариант внесения 150 кг/га азота и 100 кг/га фосфора. Прибавка от удобрений за 3 года составила 546,7 руб/га. Увеличение расхода фосфора до 150 кг/га (соотношение N:P 1:1) также приводит к снижению прибыли (414,4 руб/га).

Окупаемость минеральных удобрений, или прибыль, от удобрений, при нормах азота 250 кг/га и выше, фосфора 200 кг/га и выше снижается в 1,5—2,0 раза и более по сравнению с дозами 200 кг/га азота и 150 кг/га фосфора (159,8—353,3 руб/га).

Экономическая эффективность различных норм минеральных удобрений в зависимости от мелиоративного состояния земель изучалась в совхозе «Пахтаарал» и на территории опытной станции отделом экономики Пахтааральской опытной станции. Результаты одного из таких опытов в бригаде с высоким уровнем агротехники на фоне севооборота и улучшенного мелиоративного состояния приведены в табл. 30.

С увеличением нормы азота до 220—273 и фосфора до 143—156 кг/га урожайность повысилась соответственно на 5,2 и 7,8 ц/га.

стоимость урожая во 2-м варианте возросла на 163 руб., в 3-м — на 243 руб. Себестоимость 1 ц хлопка-сырца снизилась при этом во 2-м варианте на 7,6, в 3-м на 10,6%, производительность труда повысилась на 4,5 и 9,3%. Следовательно, на окультуренных почвах при высоком уровне агротехники повышенные нормы минеральных удобрений обеспечивают рост урожайности и рентабельности.

В другом полевом опыте в 1970—1972 гг. изучалась экономическая эффективность различных норм минеральных удобрений на почвах с низким плодородием при монокультуре хлопчатника

Таблица 30

Экономическая эффективность производства хлопка-сырца в зависимости от норм минеральных удобрений (опыт Ю. И. Шевченко в совхозе „Пахтаарал“)

Показатель	1-й вар. (контроль)	2-й вар.	3-й вар.
Внесено удобрений, кг/га			
N	162	220	273
P ₂ O ₅	103	143	156
Урожай, ц/га	34,1	39,3	41,9
Стоимость всего урожая, руб.	1028	1191	1271
Издержки производства, руб/га	731	773	803
в т. ч. расходы на удобрения	61	82	94
затраты на уборку урожая	166	191	204
Прибыль от реализации всей продукции, руб.	297	413	468
Увеличение прибыли от повышения доз удобрений, руб.	—	116	171
Себестоимость 1 ц хлопка-сырца, руб.	21,43	19,80	19,16
Затраты труда на 1 ц, чел.-час	19,2	18,4	17,6
Норма рентабельности, %	40,6	58,0	58,2

(табл. 31). При монокультуре на засоленных почвах внесение удобрений дает незначительную прибавку урожая. При этом внесение более 181 кг/га азота и 133 кг/га фосфора нерентабельно и приводит лишь к непроизводительным затратам материальных средств и трудовых ресурсов.

Аналогичные результаты в опытах с разным засолением почв получены на Пахтааральской опытной станции К. Адамбековым.

В многолетнем опыте географической сети с удобрениями (Ж. Я. Баткаев, Г. П. Задорожный, А. Мауленов) определяли по каждому сбору сортность и стоимость урожая хлопка-сырца. Общая стоимость урожая в опыте зависит не только от количества собранного хлопка-сырца, но и от сортности по сборам. Нормы минеральных удобрений существенно влияют на выход хлопка-сырца по сборам и определяют его сортность. В табл. 32 приведены усредненные данные об урожае хлопка-сырца по сборам. Внесение азота, фосфора и калия, особенно в повышенных дозах, снижает

объем первого сбора и увеличивает курачный хлопок-сырец, что, безусловно, отрицательно влияет на стоимость общего урожая.

Для определения чистой прибыли от применения разных доз минеральных удобрений из разности стоимости общего урожая

Таблица 31

Экономическая эффективность удобрений (в среднем за 3 года. Данные Ю. И. Шевченко)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га		Средний урожай, ц/га	Стоимость урожая, руб.	Издержки производства, руб.	Прибыль, руб/га
	N	P ₂ O ₅				
1	0	0	21,66	894,09	611,79	282,30
2	181	133	25,26	1031,81	693,56	338,25
3	248	173	24,03	880,59	710,62	169,97
4	302	210	25,80	955,61	748,76	205,85

удобряемых вариантов и контроля вычли издержки, связанные с применением удобрений, в том числе их стоимость, затраты на подготовку и внесение, а также затраты на уборку дополнительного урожая и накладные расходы в размере 15% от суммы прямых затрат.

Таблица 32

Урожай хлопка-сырца по сборам в зависимости от норм и соотношений минеральных удобрений, ц/га (среднее за 1972—1975 гг.)

Номер варианта	Годовая норма кг/га			Урожай по сборам				Общий урожай	Прибавка
	N	P	K	1	2	3	4		
1	0	0	0	23,8	8,7	2,0	2,0	36,5	±0
2	0	100	75	24,0	9,4	3,0	1,6	38,0	1,5
3	150	0	75	23,8	10,8	3,5	1,9	40,0	3,5
4	150	100	0	23,2	11,4	3,7	1,6	39,9	3,4
5	150	100	75	22,6	12,1	4,0	2,1	40,8	4,3
6	150	75	75	22,9	12,2	3,5	1,8	40,4	3,9
7	150	150	75	22,0	13,3	4,1	2,2	41,6	5,1
8	250	0	75	21,5	12,6	4,8	2,6	41,5	5,0
9	250	100	75	22,0	13,4	5,1	2,5	43,0	6,5
10	250	150	75	21,6	14,2	4,6	2,3	42,7	6,2
11	250	250	75	21,6	14,1	4,3	2,4	42,4	5,9
12	250	250	125	21,8	13,7	4,8	2,4	42,7	6,2
13	350	250	125	22,2	14,6	5,3	2,6	44,7	8,2
14	350	175	125	21,0	15,1	5,6	2,7	44,4	7,9
15	350	350	125	19,5	15,3	5,4	2,9	43,1	6,6
16	350	350	175	19,3	14,6	5,7	3,0	42,6	6,1

Наибольшая разность в стоимости урожая между контролем и удобряемыми вариантами получена при внесении 350 кг/га азота, 250 и 175 кг/га фосфора и 125 кг/га калия. Однако чистая

прибыль в этих вариантах, учитывая издержки, связанные с применением удобрений, и накладные расходы, уступает варианту 9 (N 250 P 100 K 75), где наибольшая чистая прибыль от применения удобрений равна 120,3 руб/га (табл. 33). В вар. 2 (100 кг/га фосфора и 75 кг/га калия без азота) чистая прибыль невелика — 21,9 руб/га. Внесение 150 кг/га азота по фосфорно-калийному фону повышает чистую прибыль в сравнении с контролем до 48,0—77,3 руб/га. Увеличение годовой нормы азота до 250 кг/га

Таблица 33

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений, руб/га (среднее за 1972—1975 гг.)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Стоимость общего урожая	Стоимость прироста	Издержки, связанные с применением удобрений	В том числе затраты на уборку дополнительного урожая	Чистый доход от применения удобрений
	N	P	K					
1	0	0	0	1463,6	—	—	—	—
2	0	100	75	1513,3	49,7	27,8	5,7	21,9
3	150	0	75	1579,6	116,0	48,1	12,2	67,9
4	150	100	0	1574,1	110,5	62,5	11,5	48,0
5	150	100	75	1599,4	135,8	69,9	15,0	65,9
6	150	75	75	1586,1	122,5	63,1	13,6	59,4
7	150	150	75	1623,2	159,6	82,3	17,7	77,3
8	250	0	75	1602,9	139,3	74,5	17,4	64,8
9	250	100	75	1659,5	195,9	75,6	22,7	120,3
10	250	150	75	1654,2	190,6	107,2	21,6	83,4
11	250	250	75	1651,1	187,5	124,5	20,5	63,0
12	250	250	125	1654,2	190,6	128,0	21,6	62,6
13	350	250	125	1725,0	261,4	156,4	28,5	105,0
14	350	175	125	1696,8	233,2	139,0	27,4	94,2
15	350	350	125	1653,2	189,6	168,2	22,8	21,4
16	350	350	175	1614,0	150,4	168,4	21,2	—18,0

обеспечивает прибыль от 62,6 до 120,3 руб/га, дальнейшее повышение расхода азота до 350 кг/га и фосфора до 175—250 кг/га с внесением 125 кг/га калия — от 94,2 до 105,0 руб/га.

При годовой дозе азота и фосфора по 350 кг/га и 125—175 кг/га калия прибыль снижается до 21,4 руб/га или даже отмечается убыток (—18,0 руб/га), хотя общая урожайность в среднем за 4 года выше контроля на 6,1 ц/га.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОДВЕРЖЕННЫХ ЗАСОЛЕНИЮ ПОЧВАХ

Особенности азотных удобрений на засоленных почвах

Система азотного питания, как и питания в целом, имеет свои особенности в соответствии со спецификой почвенно-климатических и других условий.

Не случайно в решениях партийных и государственных органов особое внимание обращается на разработку системы агрохимии сельскохозяйственных культур, в том числе удобрения, в разрезе зональных особенностей.

В. А. Ковда, Л. Я. Мамаева в совхозе «Пахтаарал» в 1939 г. установили, что избыток легкорастворимых солей в почве отрицательно действует на поступление питательных веществ в растение. По их мнению, растения, помимо солевого отравления, испытывают и голодание в необходимых питательных веществах.

Таблица 34

Содержание углерода и азота под различными культурами на засоленных и незасоленных участках

Показатель	Под хлопчатником, отвод 39		Под люцерной					
			1-го года, отвод 14		2-го года, отвод 12		3-го года, отвод 15	
	незасол.	засол. пятно	незасол.	засол. пятно	незасол.	засол. пятно	незасол.	засол. пятно
Общий C	0,67	0,45	0,67	0,46	0,69	0,54	0,70	0,54
N	0,09	0,07	0,09	0,07	0,10	0,09	0,10	0,09
C:N	7,4	6,4	7,4	6,6	6,9	6,0	7,0	6,0

По данным М. Н. Рождественского (1964), в многолетнем опыте на засоленных почвах Центральной Ферганы превышение засоления метрового слоя почвы по хлор-иону сверх 0,014—0,15% от веса абсолютно сухой почвы угнетает развитие хлопчатника и снижает эффективность минеральных туков. Урожай определяется в большей мере не влиянием удобрений, считает автор, а степенью засоления почвы.

Сравнительно большой вынос азота, хлора, сульфатов и некоторых других элементов растениями на засоленных почвах для создания единицы сухого вещества в сравнении с выносом на опресненных участках в Голодной степи установили Б. В. Роговский в 1916 г., М. М. Бушуев в 1917 г., С. А. Кудрин в 1948 г. и др. Кроме того, засоленным почвам характерно более низкое содержание гумуса. Объясняется это более изреженной растительностью, меньшим накоплением органической массы, в том числе корней.

По образцам почвы, взятым в слое 0—15 см в отделении им. XXII партсъезда совхоза «Пахтаарал» на различных засоленных участках, М. М. Кононова, Е. П. Лагунова (1940) определяли общее содержание углерода и азота под хлопчатником и люцерной разного возраста (табл. 34).

Из таблицы следует, что на засоленных участках C и N значительно меньше, чем на незасоленном. Из-за более низкого содержания углерода на засоленных почвах соотношение C:N сужается.

На связь степени засоления почвы с содержанием органических веществ в почве указывают наши с Г. Г. Бабиковой агрохимические исследования (1966), проведенные в 6 отделениях совхоза «Пахтаарал» на общей площади около 9 тыс. га.

В отделении им. Дзержинского 89,5% обследованных площадей не засолены, и площадь почв с высоким содержанием гумуса (более 1,0%) здесь достигает 48,4%. В других отделениях больше площадей слабо- и средnezасоленных, с более низким содержанием гумуса. Следовательно, содержание гумуса обратно пропорционально степени засоления (табл. 35).

Распределение площадей в совхозе «Пахтаарал» по степени

Отделение	Обследованная площадь, га	Незасоленные, CI < 0,01 %		Слабозасоленные, CI 0,01—0,05 %		Среднезасоленные, CI 0,05—0,1 %		Сильнозасоленные, CI > 0,1 %	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Им. Дзержинского	1265	1129,5	89,5	135,5	10,5	—	—	—	—
Им. Коминтерна	1573	142,2	9,0	1430,8	91,0	—	—	—	—
Им. Ильича	1762	180,0	10,2	1323,0	75,1	241,0	13,7	18,0	1,0
Им. XXII парт-съезда	1115	26,5	2,4	882,8	79,2	205,7	18,4	—	—
Им. 1-го Мая	1559	361,0	23,2	1030,0	66,1	151,0	9,7	17,0	1,0
Им. Октябрьской революции	1215	354,0	29,2	556,0	45,7	305,0	25,1	—	—
По совхозу	8489	2193,2	25,8	5358,1	63,1	903,0	10,7	35,0	0,4

Наряду с низким содержанием гумуса и общего азота на засоленных почвах в связи с относительно малым накоплением органических остатков и подавлением деятельности микроорганизмов понижена нитрификационная способность.

По данным М. М. Кононовой, Е. П. Лагуновой (1940), высокое содержание нитратов на засоленных пятнах — результат капиллярного поднятия азота с грунтовой водой и слабого выноса растениями внесенных удобрений. Их данные о нитрифицирующей способности почв под люцерником и хлопчатником свидетельствуют о более высоком первоначальном содержании нитратов по сравнению с незасоленными почвами. При этом пополнение нитратов за счет деятельности микроорганизмов и минерализации органических остатков на засоленных почвах без удобрения значительно ниже, чем на пресных.

С. Н. Рыжов, М. И. Агапова (1961) указывают, что внесение высоких доз минеральных удобрений должно сопровождаться высокой агротехникой, с тем чтобы растения могли использовать их. Авторы считают, что уравнивание вносимых в почву и выноса

из почвы питательных веществ исключает возможность образования в почве чрезмерно высоких концентраций питательных веществ.

Минеральные удобрения по фону старопашки и в севообороте существенно влияют на высоту растений, число плодовых ветвей, накопление коробочек, особенно с переходом на промывной режим орошения.

П. Г. Титов на Федченковской опытной станции на 5-м году возделывания хлопчатника при засолении по хлору в апреле 0,011—0,019% в удобренных вариантах получил урожай ниже

Таблица 35

засоления и содержанию гумуса в пахотном слое

Обследованная площадь, га	С содержанием гумуса, %							
	>1,0		1,0—0,8		0,8—0,6		<0,6	
	га	%	га	%	га	%	га	%
1334	646	48,4	537	40,3	135	10,1	16	1,2
1639	177	10,8	1196	73,0	261	15,9	5	0,3
1762	439	24,9	1148	65,2	175	9,9	—	—
1472	300	20,3	997	67,7	175	12,0	—	—
1559	269	17,2	969	62,2	321	20,6	—	—
1215	411	33,8	638	52,5	153	12,6	13,0	1,1
8981	2242	24,8	5485	61,5	1220	13,5	34,0	0,2

контроля, на следующий же год после промывок в контроле урожай составил 27,2 ц/га, а в удобренных вариантах 36,5—43,8 ц/га (цит. по Малинскому, 1949).

А. П. Сушкевич в 1964 г. изучал в вегетационном опыте эффективность удобрений в условиях различного засоления почв (содержание хлора 0,016—0,059%) в Голодной степи и установил, что с повышением содержания водорастворимых солей в почве прибавка урожая хлопка-сырца от удобрений уменьшается примерно вдвое на засоленном фоне в сравнении со слабозасоленным.

Производительная способность засоленных светлых сероземов и эффективность минеральных удобрений

Изучение производительной способности светлых сероземов, подверженных засолению, и эффективности удобрений на этих почвах осуществлено нами в многолетнем полевом опыте с 1966 по 1971 г.

Опыт начат по первому году распашки трехлетней люцерны и завершен в 6-м году культуры хлопчатника в севообороте (схема севооборота 3:6).

Участок расположен в створе скважины 12 и 18 вертикального дренажа, работающего с 1964 г. Грунтовые воды с 2—2,5 м опустились к периоду закладки опыта до 4—4,5 м.

Агротехника общепринятая, за исключением внесения удобрений согласно вариантам опыта. Сев хлопчатника по пласту и обороту пласта по схеме 60×45×1—2, полив дождевальными аг-

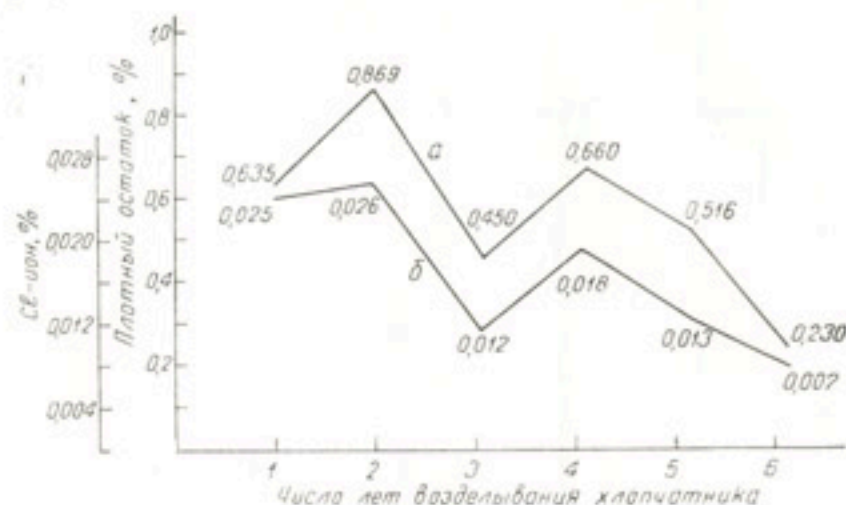


Рис. 2. Засоление почвы опытного участка в слое 0—60 см по плотному остатку (а) и хлор-иону (б) в зависимости от продолжительности возделывания хлопчатника.

регатами ДДА-100М. В 1968—1971 гг.—широкорядный сев с размещением растений по схеме 90×20—2 и полив по бороздам.

Полив дождеванием небольшими нормами (660—780 м³/га за 11—13 проходов агрегата) не обеспечил промывного режима и опреснения почвы.

При сравнительно глубоком залегании грунтовых вод и дефиците влаги в корнеобитаемом слое эффективность минеральных удобрений при дозах азота 100 кг/га по пласту и 150 кг/га по обороту пласта низкая. Иногда минеральные удобрения приводили к снижению урожая по сравнению с контролем.

С переходом на бороздковый полив нормами 1000—1100 м³/га содержание солей снизилось (рис. 2).

В результате опреснения почвы, а также по мере отдаления от года распашки трав эффективность удобрений возрастает.

Из табл. 36 видно, что лучшие показатели роста и развития получены в варианте совместного внесения азота и фосфора (вар. 4). Добавление к азоту и фосфору 100 кг/га хлористого калия

(вар. 5) не дало положительного эффекта. В отдельные годы угнетение растений хлопчатника отмечалось при внесении всей годовой дозы азота до сева (вар. 6). Одностороннее внесение фосфора без азота (вар. 7) резко снижало показатели роста и разви-

Таблица 36

Урожай хлопка-сырца в зависимости от севооборота и удобрений, ц/га

Год	N 0 P 0 K 0	N 200 P 0 K 0	N 200 P 40 K 0	N 200 P 140 K 0	N 200 P 140 K 100	N 200 P 140 K 0	N 0 P 140 K 0
-----	-------------	---------------	----------------	-----------------	-------------------	-----------------	---------------

Старопашка							
1966	28,7	33,7	28,4	32,2	31,5	27,6	26,0
1967	21,8	22,2	22,4	25,6	25,7	25,5	20,9
1968	23,1	25,7	26,6	25,4	23,3	24,1	25,9
1969	12,5	14,6	17,5	18,7	17,6	18,1	15,9
Среднее за 4 года	21,5	24,1	23,7	25,0	24,5	23,8	22,2

	1966	1967	1968	1969
E (ц/га)	±1,9	±2,1	±1,1	±1,8
P (%)	6,4	6,3	4,3	4,0

Хлопчатник в севообороте							
1966	47,0	42,1	49,6	50,7	41,5	50,1	40,5
1967	39,4	40,1	40,7	34,3	38,5	37,6	39,8
1968	26,9	29,5	32,7	34,3	31,6	32,9	27,5
1969	20,5	23,3	23,7	24,6	21,0	25,5	22,3
Среднее за 4 года	33,4	33,7	36,7	36,0	33,1	36,5	32,5
1970	20,2	24,4	25,0	24,1	22,1	24,4	21,6
1971	16,8	25,5	23,3	22,3	20,9	20,5	20,2
Среднее за 6 лет	28,5	30,6	32,5	31,7	29,3	31,8	28,7

	1966	1967	1968	1969	1970	1971
E (ц/га)	±2,5	±1,7	±1,2	±0,7	±0,9	±1,1
P (%)	5,4	3,0	3,9	3,0	3,7	4,7

Примечание. В вар. 6 внесено 100% азота до сева, в остальных случаях 30% до сева, 70% в 2 подкормки.

тия хлопчатника в сравнении с другими удобряемыми вариантами.

За годы проведения опыта по фону старопашки и в севообороте в контрольном варианте период вегетации хлопчатника сократился на 5—7 дней в сравнении с удобряемыми вариантами, где развитие растений проходило нормально. Внесение минеральных удобрений повышает вес коробочки, за исключением вар. 7

с односторонним внесением фосфора. Положительного эффекта от удобрений на средний вес коробочки на участке старопашки в первые два года опыта, когда наблюдалось повышенное засоление почвы, не отмечалось.

Урожай хлопка-сырца по старопашке в контроле составил в среднем за 4 года 21,5 ц/га, в севообороте—33,4 ц/га, или на 11,9 ц/га больше. Такая же закономерность выявлена в удобряемых вариантах. Следовательно, можно говорить о высокой эффективности посевов люцерны в севообороте (см. табл. 36). Одностороннее внесение фосфора уменьшает разницу с контролем как по накоплению вегетативных и генеративных органов, так и по прохождению фаз.

В первые годы опыта, когда содержание солей в почве было сравнительно высоким, внесение минеральных удобрений снижало густоту стояния растений. По старопашке в удобряемых вариантах густота была меньше, чем в контроле, в 1966 г. на 2,4—14,1 тыс/га, в 1967 г.—на 1,4—5,1, на севооборотном по пласту, за исключением вар. 2 и 7, — на 5,4—11,3 (1966 г.), по обороту пласта (1967 г.) на 2,1—6,1 тыс/га.

Очевидно, внесение минеральных удобрений обусловило повышение концентрации почвенного раствора и изреживание посева. В последующие годы с переходом на бороздковый полив такое явление не отмечалось.

Крупность коробочки на севооборотном участке была выше, чем на участке старопашки. Вес 1 коробочки в контроле старопашки равнялся 6,1—7,1 г, в севообороте 6,6—7,7 г. По мере отдаления от года распашки трав урожай хлопка-сырца снижался, что объяснялось быстрым нарастанием заболевания хлопчатника вертициллезным вилтом.

Если урожай по пласту принять за 100% (47,0 ц/га), то по обороту пласта он составил 83,8%, на 3-й год — 57,2%, на 4-й и 5-й годы — 43,6 и 43,0%, на 6-й год — 35,7% (16,8 ц/га). В удобренных вариантах урожай также систематически снижался по мере отдаления от года распашки трав, хотя несколько медленнее, чем в контроле.

По фону старопашки наибольшая прибавка урожая за 4 года (4,5 ц/га) получена при совместном внесении азота и фосфора (вар. 4), наименьшая (+0,7 ц/га) в варианте с односторонним внесением фосфора (вар. 7). Объясняется это слабой эффективностью фосфорных удобрений из-за сравнительно высокого содержания в почве опытного участка усвояемых фосфатов (40—50 мг/кг в пахотном слое). Хлористый калий (вар. 5) по отношению к азотно-фосфорному фону (вар. 4) снизил урожай на 1,5 ц/га. Неэффективным оказалось и внесение всей дозы азота до сева (вар. 6). Одностороннее внесение азота (вар. 2) обеспечило прибавку 2,6 ц/га.

По фону севооборота при одностороннем внесении азота прибавка в среднем за полную ротацию равнялась 2,1 ц/га, урожай в

варианте с односторонним внесением фосфора близок к контролю (+0,2 ц/га). Внесение хлористого калия (вар. 5) снизило урожай на 2,4 ц/га (вар. 4). В остальных вариантах с внесением азота и фосфора прибавки близки (3,2—4,0 ц/га).

В данном многолетнем опыте по фону старопашки и в севообороте проводились учеты поражаемости хлопчатника вертициллезным вилтом. Определение заболевания хлопчатника вилтом в общей форме проводили на 100 растениях каждой делянки по методике Института защиты растений УзССР (рис. 3).

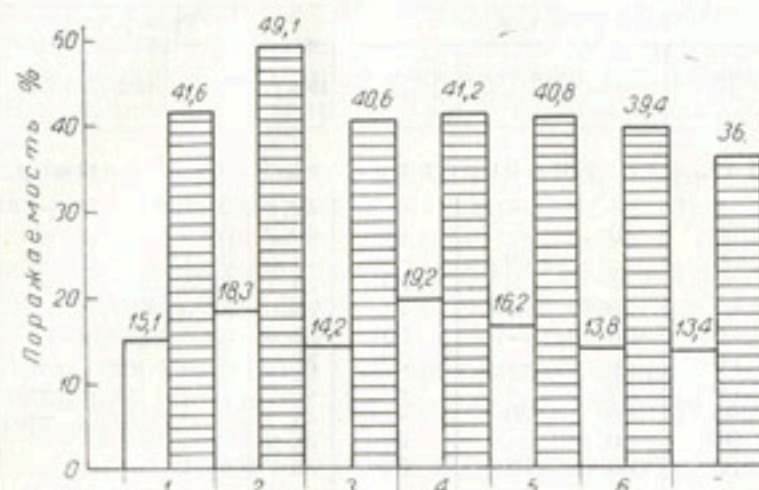


Рис. 3. Поражаемость хлопчатника вилтом в севообороте (светлые колонки) и старопашке (заштрихованные колонки) по вариантам:

1—контроль; 2—N 150 P 100; 3—N₂150 P 30 K₂O; 4—N 150 P 100 K₂O; 5—N 150 P 100 K 100; 6—N 150 P 100 K 0; 7—N 0 P 100 K₂O.

Выявлено, что заболеваемость хлопчатника вилтом после распашки люцерников значительно ниже, чем по старопашке и к концу ротации севооборота, на 5—6-й годы после распашки. По севооборотному участку вилтом поражалось по пласту 7, по обороту пласта 10, на 3—4-й годы 20—25, на 5—6-й годы — до 55—59% растений.

Отмечается тенденция к уменьшению числа больных растений в контроле и варианте с односторонним внесением фосфора.

На обеспеченных калием почвах (300—360 мг/кг K₂O в пахотном слое) внесение калийного удобрения на заболеваемость хлопчатника не влияет.

Дозы и сроки внесения азотных удобрений на засоленных почвах с содержанием в метровом слое почвы 0,6—0,8% плотного остатка и 0,03—0,04% хлора на Центральной мелиоративной станции (ЦОМС) с 1960 по 1964 г. изучала А. В. Горобчук (1972, табл. 37).

В условиях распашки мощного 4-летнего травяного пласта в опыте А. В. Горобчук достаточной оказалась доза 30—60 кг/га по

пласту (вар. 2—5) и 90 кг/га по обороту пласта (вар. 10—11). В последующие годы эффективными были варианты с дозой 120—150 кг/га азота.

По пласту и обороту пласта при годовой норме 30 кг/га N лучшими сроками являются внесение до сева, затем в фазу 5—6 настоящих листочков.

Таблица 37

Влияние доз и сроков внесения азота на урожай по полям севооборота на засоленных почвах

Номер варианта	Внесено азота, кг/га				Урожай, ц/га				
	годовая доза	до сева	при 5—6 наст. лист.	в начале цветения	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.

1960—1961 гг., пласт и оборот пласта 4-летней люцерны

1	0	—	—	—	32,8	34,1	—	—	—
2	30	30	—	—	40,2	38,0	—	—	—
3	30	—	30	—	37,5	36,1	—	—	—
4	30	—	—	30	34,1	35,5	—	—	—
5	60	30	30	—	38,0	37,0	—	—	—
6	60	30	—	30	37,4	38,5	—	—	—
7	60	30	—	30	36,2	38,0	—	—	—
8	60	60	—	—	35,8	28,5	—	—	—
9	90	60	30	—	34,4	38,4	—	—	—
10	90	60	—	30	36,2	41,6	—	—	—
11	90	30	30	30	36,7	43,1	—	—	—

1962—1964 гг., 3—5-й годы после распахки люцерны

1	0	—	—	—	—	—	36,5	26,0	24,1
2	60	30	30	—	—	—	39,7	36,6	33,5
3	90	30	30	30	—	—	44,9	41,1	38,6
4	120	90	45	45	—	—	45,4	41,3	39,1
5	150	60	45	45	—	—	42,4	43,6	37,8
6	90	—	45	45	—	—	42,6	40,2	36,5
7	120	120	—	—	—	—	42,0	42,4	37,0
8	60	60	—	—	—	—	38,3	36,1	33,4
9	90	60	30	—	—	—	42,8	40,1	39,8
10	90	60	—	30	—	—	43,6	39,9	41,3
11	120	60	30	30	—	—	50,0	44,6	43,4

Примечания. 1. Фон—90 кг/га P_2O_5 . 2. В 1960—1961 гг. в 7-м вар 30 кг/га N внесено в разгар цветения.

3.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.
т ц/га	±0,77	±1,28	±1,03	±0,93	±0,88
Р %	2,10	3,36	2,42	2,36	2,39

При годовой дозе 60 кг/га азота наибольшая прибавка урожая получена в вар. 5 (дробное внесение удобрения и завершение подкормок в фазу 5—6 настоящих листочков).

Разовое внесение 60 кг/га азота до сева снизило прибавку на 2,2 ц/га в сравнении с вар. 5. Достоверных различий по обо-

роту пласта от сроков внесения годовой дозы азота 60 кг/га не получено.

Оборот пласта, как отмечают многие исследователи, иногда дает больший эффект, чем пласт, несмотря на потери части органического вещества, накопленного травами за 1 год возделывания хлопчатника. По обороту пласта урожай иногда выше, чем по пласту из-за густоты. Данные табл. 37 подтверждают это положение, где густота стояния хлопчатника по пласту равнялась 47,2—50,9 тыс/га, а по обороту пласта значительно выше — 65,7—70,6 тыс/га.

На третий год возделывания хлопчатника при дозе азота 60 кг/га худшим оказался вар. 8, где вся норма внесена до сева и в период разгара цветения и начала плодообразования растения стали обнаруживать признаки азотного голодания. Внесение этой дозы в два срока (вар. 2) увеличило прибавку с 1,8 до 3,2 ц/га.

Увеличение нормы азота с 60 до 90 кг/га способствовало получению более высоких прибавок (вар. 3, 6, 9, 10), причем наиболее эффективно дробное внесение в 3 срока (вар. 3).

Повышение допосевной дозы до 60 кг/га азота и сокращение числа вегетационных подкормок до одной (вар. 9 и 10) дает несколько меньшую прибавку. При этом чем раньше завершалась подкормка, тем меньше была прибавка урожая.

Наибольший урожай — 50,0 ц/га — получен при годовой дозе азота 120 кг/га (вар. 11).

В 4-й год после распахки при норме азота 60 кг/га выявлены общий недостаток питания и признаки хлоротичности листьев. Годовые дозы 120 и 150 кг/га обеспечили наибольшую урожайность хлопчатника. В связи с ухудшением плодородия почвы урожайность в контроле снизилась на 10,5 ц/га в сравнении с 3-м годом (26,0 ц/га), прибавки от удобрений превышали ошибку двух средних вариантов в 7,6—14,0 раз.

На 5-й год возделывания хлопчатника в контроле была самая низкая урожайность — 24,1 ц/га. Годовая доза азота 60 кг/га дала наименьшую прибавку — 9,3—9,4 ц/га при ошибке суммы двух средних по опыту 1,24 ц/га. Увеличение годовой дозы обеспечило прибавку 12,4—19,3 ц/га, причем максимальный урожай (43,4 ц/га) получен при дозе 120 кг/га с внесением 60 кг/га до сева и по 30 в две подкормки (вар. 11).

В опыте А. В. Горобчук чем больше вносили азота, тем больше был вынос его всем растением, хотя полной корреляции выноса с дозами азота в репродуктивной части не отмечено. Коэффициент использования азотных туков колебался в пределах 41,1—78,4%, причем в варианте с внесением 120 кг/га азота до сева составил всего 41,1%. Дробное внесение способствовало улучшению использования минеральных удобрений.

Недостаток азота или голодание растений в цветение вследствие разового внесения азота до сева даже при дозе 120 кг/га азота заметно снижает эффективность этих удобрений.

Исключительно важное значение в условиях засоления приобретает прием пополнения в почве органических веществ путем возделывания трав в севообороте. Промывка почвы, внесение навоза, работа дренажной сети и другие приемы агротехники, снижающие степень засоления почвы, также способствуют улучшению почвенного плодородия, повышению эффективности минеральных удобрений.

Возделывание люцерны в хлопковом севообороте в несколько раз снижает заболевание хлопчатника вертициллезным вилтом. По мере отдаления от года распахки эффективность люцерны снижается. Минеральные удобрения, в том числе и калийное, на поражаемость растений вилтом влияют слабо.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА И АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА

Различные водный и питательный режимы в почве существенно влияют на рост и развитие растений. Н. К. Бабяко и др. в 1969 г. писали о решающей роли орошения и удобрения в получении высокого и устойчивого урожая. Они подчеркивали, что эти два фактора достаточно могут проявиться на почвах, где устранены явно отрицательные свойства (засоление, заболачивание, уплотнение и т. д.).

Влияние водного и питательного режимов в почве на урожайность растений — явление довольно сложное.

Потребность растений в воде колеблется в зависимости от периода вегетации. Орошение создает предпосылки для эффективного использования удобрений в засушливых районах.

Применительно к разным районам и почвам в исследованиях А. К. Селаври в 1967 г. оптимальный водный режим соответствовал различным показателям уровня увлажнения.

Общим является то, что по мере увеличения доз минеральных туков требуется и более высокая обеспеченность посевов водой. Абсолютные размеры ее зависят от многих факторов: физико-химических свойств почв, биологических особенностей растения, уровня агротехники, погодных условий — и поэтому нуждаются в позональном изучении. Исследованиями В. С. Шардакова в 1948 г., Е. И. Ратнера в 1955, Л. Л. Дашевского в 1957 г. и др. было установлено, что влажность почвы заметно влияет на рост сельскохозяйственных культур на засоленных почвах, особенно в молодом возрасте. По данным Н. П. Малинкина (1967), на фоне улучшенной схемы поливов действие одних и тех же доз удобрений возрастало почти в 2 раза.

В зависимости от удобрения изменялась и эффективность поливов. Так, если прибавка урожая от увеличения оросительной нормы без удобрений равнялась 1,7 ц/га, то на фоне N60 P60 —

6,1, на фоне N120 P120—11,2 ц/га. По этому поводу П. А. Дмитриенко (1967) пишет: «Сочетание таких разнородных факторов, действующих на растение, как удобрение и вода, почти всегда дает превышение над суммой влияния их в отдельности, т. е. здесь наблюдается взаимное усиление действия этих факторов». Он также отмечает, что улучшение водного режима создает условия для более полного использования вносимых удобрений, а применение удобрений — для лучшего использования воды.

Опытами Г. А. Дюжева в 1969 г. доказано, что применение удобрений нельзя рассматривать изолированно от комплекса агромероприятий. В частности, удобрения проявляют высокое действие на фоне достаточного снабжения растения водой. По его данным, при недостатке водообеспеченности (60—55—60% ППВ), прибавка урожая колебалась от 10 до 18 ц/га, при поливном режиме 70—65—65% ППВ — 12—25 ц/га.

Не случайно К. А. Тимирязев (1937) в свое время обращал внимание на то, что при недостатке влаги удобрения могут даже причинять вред.

На целинных землях Голодной степи (Сырдарьинская область, Ильичевский район, совхоз № 7) П. В. Протасов, П. Х. Кадырходжаев (1966) в полевых условиях путем наложения одноименных делянок в 1963—1964 гг. изучали взаимосвязь действия удобрений и влажности почвы на хлопчатник.

Почва опытного участка — светлый серозем с глубоким залеганием грунтовых вод. Горизонт 0—20 см содержал 0,897% гумуса, 0,053% валового азота, 0,162% общего фосфора, 3,9 мг/кг нитратного азота и 4,7 мг/кг подвижного фосфора, горизонт 20—40 см — соответственно 0,508; 0,040; 0,142; 5,7 и 2,3. Оросительные нормы в первый год равны 7200 и 4800 м³/га, во второй — 6235 и 4600 м³/га. Первый — «оптимальный», второй — «жесткий» режимы.

Данные об урожайности и затратах воды представлены в табл. 38.

В условиях оптимальных режимов орошения и питания наиболее полно проявляется действие удобрений в повышении урожая и экономном расходовании оросительной воды на создание единицы урожая.

В староорошаемой зоне Голодной степи на территории Пахтааральской опытной станции путем наложения делянок изучали влияние разных доз азота при двух режимах орошения на рост и развитие хлопчатника (Баткаев, Абдраимов, Самойлова, 1971).

Почва — светлый серозем, среднесуглинистый по механическому составу, с содержанием в пахотном слое 0,7% гумуса, 0,18% фосфора и 0,09% азота. Схема посева 60×45×2—3. Глубина залегания грунтовых вод 3,0—3,5 м. Исходное содержание фосфатов (в 1%-ной углеаммонийной вытяжке) в пределах 25,8—32,1 мг/кг, нитратов 1,2—3,6, обменного калия 250—350.

Засоление к концу вегетации достигает по плотному остатку 0,7%, по хлор-иону 0,02%. После промывок эти величины снижались в пахотном слое до 0,3 и 0,008%.

В опыте на первом фоне полива предполивная влажность по весу почвы равнялась 60—60%, на втором 70—70% ППВ (расчетный слой 60 см).

Фактическая оросительная норма по первому фону колебалась в пределах 2840—3150 м³/га при 3—4 поливах дождеванием, по второму — 3480—3960 при 3—5 поливах.

Таблица 38

Урожайность хлопчатника и затраты оросительной воды на единицу продукции в зависимости от режима орошения (данные П. В. Протасова, П. Х. Кадырходжаева, 1966)

Вариант опыта	1963 г.				1964 г.			
	урожай, ц/га				затраты воды на 1 ц урожая, м ³			
	оптимальный	жесткий	оптимальный	жесткий	оптимальный	жесткий	оптимальный	жесткий
Контроль	29,0	22,1	21,2	18,8	248	217	294	245
N100	39,0	22,7	33,3	24,0	185	211	187	192
P100	33,1	19,4	22,7	20,4	217	247	275	225
N 100 P100	43,8	21,8	44,9	29,5	163	220	139	156
N 200 P200	46,1	23,6	48,8	32,6	150	202	128	141

На втором поливном фоне оросительная норма повышалась за счет кратности поливов (1966 г.) и числа проходов дождевального агрегата ДДА-100М.

На двух фонах полива изучали следующие варианты (в кг/га): 1-й — N0P0; 2-й — N100 P0; 3-й — N100 P100; 4-й — N200 P100; 5-й — N200 P150. Испытывали аммиачную селитру и суперфосфат обыкновенный. Калийные удобрения не применяли в связи с отсутствием их действия на указанных почвах. Агротехника опытного участка общепринятая для зоны.

Различные водный и питательный режимы существенно влияли на рост и развитие хлопчатника.

Установлена прямая зависимость увеличения роста растений, числа симподиев и коробочек с повышением доз минеральных удобрений и влажности почвы с 60 до 70% ППВ, причем последнее в большинстве случаев способствовало удлинению периода вегетации (в среднем за 3 года на 1—4 дня). Особенно заметно это в фазах цветения и созревания.

Следует подчеркнуть, что при годовой норме азота 200 кг/га увеличение фосфора со 100 до 150 кг/га и доведение соотношения азота к фосфору до 1:0,75 ускоряло созревание хлопчатника на 5—6 дней по обоим фонам увлажнения в сравнении с соотношением 1:0,5.

Увеличение годовой нормы азота и фосфора на обоих фонах способствовало увеличению листовой поверхности в 2 и более раз по отношению к контролю (рис. 4), довольно отчетливо в фазе цветения — созревания.

Во всех случаях площадь листовой поверхности хлопчатника при поливе по влажности почвы 70—70% ППВ выше, чем при поливе по 60—60%. Учеты в 1968 г. проводили с некоторым за-

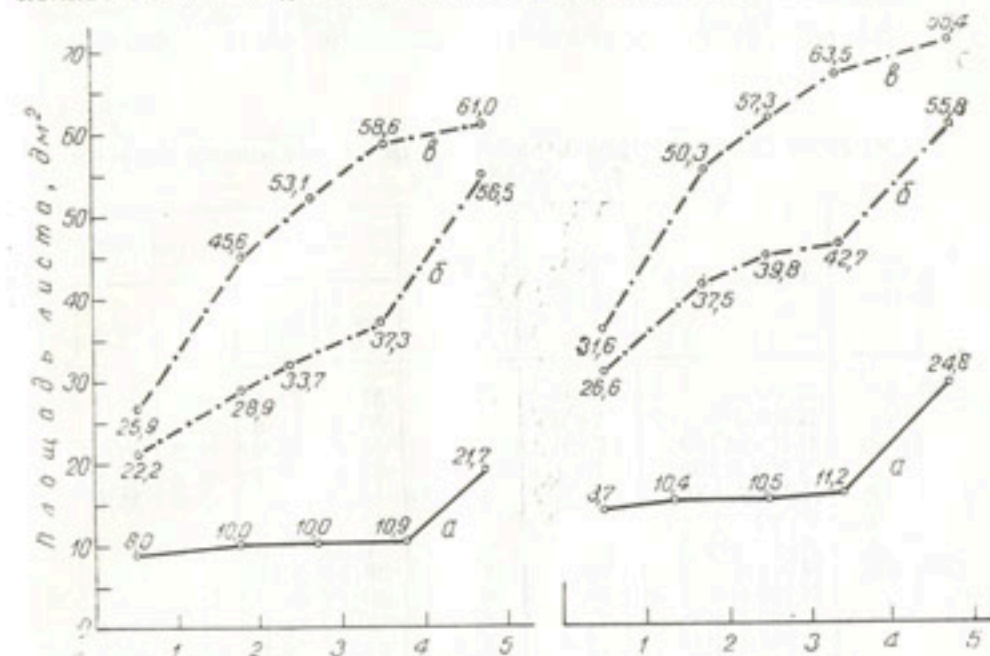


Рис. 4. Площадь листовой поверхности в зависимости от фона (слева 60—60%; справа 70—70% ППВ) в бутонизацию (а—24.VI—1966 г., 24.VI. 1967 г., 5.VII. 1968 г.), цветение (б—18.VII 1966 г., 17.VII 1967 г., 24.VII 1968 г.) и созревание (в—7.IX 1966 г., 4.IX 1967 г., 10.IX 1968 г.) по вариантам:

1—контроль; 2—N 100 P0; 3—N 100 P 100; 4—N 200 P 100; 5—N 200 P 150.

позданием, поэтому данные вар. 5 только по одному году по сравнению с другими вариантами завышены.

Некоторое снижение густоты стояния в удобренных вариантах по сравнению с контролем (в среднем за 3 года на 2—3 тыс/га), видимо, вызвано повышением концентрации почвенного раствора за счет внесения удобрений в период сева (табл. 39). Густота стояния в вар. 5 в 1968 г. была также на 0,7—3,1 тыс/га меньше, чем в контроле.

Вес одной коробочки в среднем за 3 года в контроле равнялся 5,7 г (фон I) и 6,1 г (фон II). Внесение минеральных удобрений увеличивало вес коробочки в соответствии с нормами.

Из табл. 39 следует, что эффективность минеральных удобрений, особенно повышенных доз, несколько выше при влажности почвы 70—70%.

При поливе по влажности 60—60% ППВ прибавка в среднем за 3 года составила 6,1—10,1 ц/га, за 1 год в вар. 5—10,2 ц/га, при влажности 70—70% ППВ — соответственно 5,9—11,3 и 15,1 ц/га.

Внесение 100 кг/га азота на обоих фонах дало прибавку 5,9—6,1 ц/га (вар. 2), совместное внесение азота и фосфора по

Таблица 39

Урожай хлопка-сырца в зависимости от влажности почвы и удобрения

Влажность почвы, % ПВ	Вариант опыта	Густота стояния, тыс/га	Вес 1 коробочки, г	Урожай, ц/га			Среднее за 3 года	
				1966 г.	1967 г.	1968 г.	ц/га	прибавка
60—60	N 0 P 0	82,0	5,7	37,9	31,6	25,7	31,7	±0
	N 100 P 0	78,9	6,0	38,8	44,8	29,8	37,8	6,1
	N 100 P 100	78,9	6,2	40,5	47,9	31,2	39,9	8,2
	N 200 P 100	79,4	6,7	44,6	47,7	33,2	41,8	10,1
	N 200 P 150	81,6	6,6	—	—	35,9	35,9	10,2
	P (%)	—	—	2,3	2,2	2,6	—	—
	m(±ц/га)	—	—	1,03	0,95	0,64	—	—
70—70	N 0 P 0	80,5	6,1	38,3	35,4	28,2	34,0	0
	N 100 P 0	78,3	6,3	40,7	45,2	33,7	39,9	5,9
	N 100 P 100	77,7	6,6	42,9	52,3	35,1	43,4	9,4
	N 200 P 100	77,3	6,9	44,6	50,9	40,5	45,3	11,3
	N 200 P 150	83,5	6,8	—	—	43,3	43,3	15,1
	P (%)	—	—	2,1	2,5	2,3	—	—
	m(±ц/га)	—	—	0,87	1,15	0,58	—	—

100 кг/га (вар. 3) — 8,2—9,5 ц/га, 200 кг/га азота и 100 кг/га фосфора — до 10,1—11,3 ц/га. В 1968 г. при годовой дозе азота 200 кг/га и фосфора 150 кг/га прибавка возросла до 10,2 ц/га при поливе по влажности 60—60% ППВ и до 15,1 ц/га по влажности 70—70% ППВ.

Наложение контрольных вариантов в течение трех лет показало резкое снижение урожайности по обоим фонам полива, тогда как удобряемые варианты в 3-й год возделывания хлопчатника в 1967 г. имели преимущество перед оборотом пласта люцерны.

Поливы по влажности 70—70% ППВ обеспечивали более высокую урожайность во все годы, чем по влажности 60—60%.

Аналогичные результаты были получены Х. Д. Домуллоджановым (1966) в Таджикистане, где влажность 65—70—65% оказалась лучшей, чем 60—65—65% (низкая) и 75—80—65% (очень высокая).

Изменяя условия питания, можно направленно влиять не только на внешнюю сторону растительного организма, но и на его структуру (Мосолов, 1969).

В опытах с удобрениями А. Н. Нешина, А. Ш. Халилова, Д. Сидумарова в 1966 г. наблюдали увеличение роста растений, урожайности, веса зрелых коробочек при внесении 100—250 кг/га азота. По их данным, с увеличением доз удобрений возрастает вес 1000 семян и несколько снижается выход волокна.

Таблица 40

Качество семян хлопчатника в зависимости от влажности почвы и норм удобрений

Показатель	Влажность почвы, % ППВ	1-й вар. (контроль)	Отклонения от контроля			
			2-й вар.	3-й вар.	4-й вар.	5-й вар.
Средний вес коробочки, г	60—60	5,7	+0,3	+0,5	+1,0	+1,1
	70—70	6,1	+0,2	+0,5	+0,8	+1,0
Вес 1000 семян, г	60—60	106	+8,0	+9,0	+11,0	+8,0
	70—70	114	+3,0	+4,0	+6,0	+6,0
Энергия прорастания, %	60—60	99	±0	±0	—2,0	±0
	70—70	98	±0	±0	—1,0	±0
Всхожесть, %	60—60	99	—1,0	±0	—2,0	±0
	70—70	98	—1,0	±0	±0	±0
Кожура семян, %	60—60	48,8	—0,3	—1,3	—2,0	—1,2
	70—70	47,6	—0,2	—1,6	—1,7	—2,5
Ядро, %	60—60	51,2	+0,3	+1,3	+2,0	+1,2
	70—70	52,4	+0,2	+1,6	+1,7	+2,5

Примечание. Показатели усреднены за 1967—1968 гг., средний вес коробочки дан за 1966—1968 гг., по вар. 5—за 1968 г.

В опыте А. Абдраимова разные дозы минеральных удобрений при двух режимах орошения также влияли на качество семян и волокна (табл. 40).

На энергию прорастания семян и всхожесть указанные факторы влияли незначительно.

Содержание ядра в семени с повышением влажности почвы и доз удобрений возрастает, а кожуры снижается.

Внесение минеральных удобрений и повышение влажности до 70—70% ППВ вело к некоторому снижению выхода волокна, длина же волокна, как правило, от вносимых удобрений увеличилась незначительно. Повышение влажности в большинстве случаев также сказывалось положительно на длине волокна.

Сортность волокна выше при поливе по влажности 70—70% ППВ, однако при переходе от первого ко второму и далее к третьему ярусу резко ухудшается. Такая же закономерность наблюдается по крепости волокна.

Метрический номер, зрелость и разрывная длина волокна в зависимости от вариантов меняются мало, они существенно ухудшаются от первого яруса ко второму и далее к третьему ярусу.

В условиях вегетационных опытов на Голодностепской опытной станции в сосудах емкостью 18 кг воздушно-сухой почвы С. А. Кудрин, О. В. Немоловская в 1932 г. на хлопчатнике сорта Шредер 1306 изучали три режима увлажнения — 45, 66 и 90% КВ при влажности 15, 22 и 30%. Ими установлено, что повышение влажности без соответствующего увеличения азота и фосфора снижает выход хлопка-сырца.

П. В. Протасов, П. Х. Кадырходжаев (1966) изучали взаимодействие питания и поливов в вегетационных сосудах. Было принято три режима влажности: 40, 60 и 80% КВ.

Положительное действие азота возрастало по мере повышения влажности, а фосфора — наоборот. Однако самые высокие показатели были получены при внесении высоких доз азота и фосфора.

Между урожаем и расходом воды в упомянутом опыте была обратная зависимость: чем выше урожай, тем меньше затраты воды на 1 г хлопка. Авторы подчеркивают, что азотные удобрения при всех режимах влажности почвы снижают коэффициент транспирации, уменьшая расход воды на единицу урожая.

При жестком режиме орошения повышение норм азота и фосфора не сопровождается существенным ростом продуктивности несмотря на некоторое снижение коэффициента транспирации.

Г. К. Кондратьева в 1968 г. под руководством П. В. Протасова изучала эффективность удобрений на хлопчатнике в зависимости от влажности и засоления. Ниже приводится характеристика почв по результатам анализа водной вытяжки (в %):

Почва	Сухой остаток	Cl	SO ₄
Незасоленная	0,103	0,009	0,009
Слабозасоленная	0,638	0,010	0,370
Сильнозасоленная	1,968	0,083	1,121

Сев хлопчатника сорта 108-Ф проведен 12 мая. Незасоленная почва содержала азота 0,072%, NO₃—4,7 мг/кг, P₂O₅—25,0 мг/кг, слабозасоленная — соответственно 0,151; 4,2 и 68,0; сильнозасоленная — 0,106; 56,0 и 25,7.

Внесение удобрений и повышение влажности оказали большое влияние на темпы роста, развития и плодонакопление. Урожай хлопка-сырца возрастал при переходе от 40 к 60% влажности. Дальнейшее повышение влажности практического значения для урожая на первых двух почвах не имело, на засоленной вызвало гибель растений.

На Пахтааральской опытной станции в вегетационном опыте А. Абдраимова также изучалось взаимодействие питания и влажности почвы (табл. 41).

Для набивки сосудов почву брали из контроля полевого опыта с горизонта 0—30 см. Изучали следующие варианты (в г/сосуд):

Таблица 41

Рост, развитие хлопчатника и расход воды на образование урожая в зависимости от влажности и удобрения почвы

Фон по поливу, % КВ	Вариант опыта	1967 г.					1968 г.				
		высота растений, см	число сим- подней на 1 растение	число ко- решков на 1 растение	урожай, г/сосуд	расход воды на 1 г хлопка, г	высота растений, см	число сим- подней на 1 растение	число ко- решков на 1 растение	урожай, г/сосуд	расход воды на 1 г хлопка, г
I 60—75—70	N 0 P 0	39,2	5,9	1,9	21,4	1,6	48,6	6,5	3,2	28,0	1,7
	N 3 P 0	55,5	9,2	8,5	55,6	1,3	59,2	10,0	6,9	95,5	1,3
	N 3 P 6	56,3	10,1	9,8	115,5	1,1	60,8	11,3	7,8	108,0	1,2
	N 6 P 6	57,7	10,4	11,6	135,1	1,0	59,6	12,7	9,2	125,0	1,0
	N 9 P 6	59,6	10,8	10,2	130,7	0,9	63,9	13,6	10,1	129,5	1,0
II 70—85—80	N 0 P 0	48,1	7,8	4,3	53,5	1,5	32,9	4,7	2,0	15,2	3,1
	N 3 P 0	61,6	10,6	12,0	128,0	1,3	64,0	10,8	9,2	103,0	1,4
	N 3 P 6	63,6	11,2	12,0	151,0	1,1	67,2	12,5	10,1	115,0	1,4
	N 6 P 6	64,5	11,3	13,7	172,0	1,0	68,5	13,2	11,0	146,0	1,1
	N 9 P 6	67,2	11,8	13,6	169,5	1,0	70,3	14,6	12,8	150,0	1,0

1-й — N0P0; 2-й — N3P0; 3-й — N3P6; 4-й — N6P6; 5-й — N9P6. Указанные дозы азота и фосфора испытывали при двух режимах увлажнения почвы: 60—75—70% и 70—85—80% КВ.

Установлено, что повышение влажности ведет к усилению роста, развития и плодонакопления, с увеличением доз минеральных удобрений растет урожайность, снижается расход воды на ее образование.

Следовательно, решающими факторами в условиях орошения являются питательный и водный режимы почвы, изменяя которые можно влиять на развитие и урожайность хлопчатника.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НОВООСВАИВАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Дозы азотных удобрений

Система применения минеральных удобрений для староорошаемой зоны не может быть целиком и полностью перенесена в специфические почвенные условия вновь осваиваемых земель.

Если на почвах давнего орошения азотные удобрения призваны обеспечить растения пищей, то на новоосваиваемых землях они еще должны активизировать биологическую деятельность микроорганизмов.

Данные об эффективности доз азота на новоосваиваемых землях Голодной степи заимствованы нами у К. М. Разыкова (1965; табл. 42). С увеличением дозы азота до 150—200 кг/га урожай хлопка-сырца возрастает, хотя в этом интервале прибавки стабилизируются.

Следует подчеркнуть, что прибавки урожая от азотных удобрений при распахке светлых сероземов выше, нежели при распахке сероземно-луговых целинных почв, что объясняется обеспеченностью первых элементами питания.

По данным П. В. Протасова (1961), при средней годовой норме азота 100 кг/га на типичных сероземах по старопашке оплата 1 кг азота составила 3,3—10,5 кг, по фону распахки трав — 4,4—7,9, на луговых старопашках — 3,8 кг хлопка-сырца.

Данные табл. 42 показывают, что на новоосваиваемых почвах Голодной степи оплата каждого килограмма азота хлопком-сырцом значительно выше. При средней оплате 1 кг азота по Узбекской ССР 8,5—9,6 кг (Протасов, 1961) на новоосваиваемых землях при дозе азота 100 кг/га она составила 18,6—22,2 кг.

Производительная способность целинных светлых сероземов, а также эффективность доз минеральных удобрений изучались нами в сосудах Вагнера (20 кг почвы).

Повторность опыта в 1961 г. 5-кратная, в 1962 г. 4-кратная. Почву брали на участке старопашки в бригаде № 2 колхоза «Заря коммунизма» Джетысайского района Чимкентской области

(9-й год возделывания хлопчатника после распахки целины) и на прилегающем к бригаде целинном участке.

Сев хлопчатника 17 апреля в 1961 г. и 23 апреля в 1962 г. При прореживании оставляли по 2 растения в гнезде. Полив по влаж-

Таблица 42

Эффективность норм азотных удобрений под хлопчатник на новоосваиваемых землях Голодной степи
(сводка К. М. Разыкова, 1965)

Год проведения опыта и исполнитель	Годовая норма, кг/га		Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Оплата 1 кг азота хлопком-сырцом, кг
	N	P			
1962 г. Светлый серозем,	0	100	17,8	—	—
1-й год освоения.	50	100	34,4	16,6	33,2
Г. П. Першин,	100	100	36,9	19,1	19,1
П. Х. Кадырходжаев	150	100	36,6	18,8	12,6
	200	100	38,6	20,8	10,4
1963 г. Светлый серозем,	0	100	22,3	—	—
1-й год освоения.	60	100	37,1	14,8	24,7
К. М. Разыков	100	100	40,9	18,6	18,6
1963 г. Светлый серозем,	0	60	18,4	—	—
2-й год освоения.	60	60	31,2	12,8	20,1
К. М. Разыков	90	60	37,8	19,4	21,6
	120	60	43,5	25,1	20,9
	150	60	46,6	28,2	18,8
1964 г. Светлый серозем,	0	100	22,7	—	—
2-й год освоения.	50	100	33,1	10,4	20,8
П. Х. Кадырходжаев	100	100	44,9	22,2	22,2
	150	100	45,5	22,8	15,2
	200	100	48,1	25,4	12,7
1964 г. Светлый серозем,	0	120	17,7	—	—
3-й год освоения.	60	120	28,5	10,7	18,0
К. М. Разыков	120	120	39,1	21,4	17,9
	160	120	43,1	25,4	15,9
	200	120	45,0	27,3	13,7
1957 г. Светлый серозем,	0	40	9,3	—	—
4-й год освоения.	100	40	30,3	21,0	21,0
П. В. Протасов	0	100	20,3	—	—
1962 г. Сероземно-луговая,	60	100	31,8	11,5	19,1
1-й год освоения.	90	100	34,0	13,7	15,2
К. М. Разыков	120	100	35,7	15,4	12,8

ности 60—70—60% КВ. Одинарная доза удобрений: азота 3, фосфора 2 г/сосуд; двойная: азота 6, фосфора 4 г/сосуд.

В сосудах с целинной почвой, взятой из горизонта 0—30 см, урожай хлопка-сырца в контроле составил 13,7—14,9 г/сосуд. Внесение удобрений повысило урожай в 1961 г. на 7,8—9,7, в 1962 г. на 33,3—41,9 г/сосуд.

В сосудах с целинной почвой из горизонта 30—40 см в контроле в 1961 г. коробочки не завязывались, в 1962 г. урожай соста-

вил всего 3,1 г/сосуд. При внесении минеральных удобрений урожайность достигла 25,4—26,0 г/сосуд в первом году и 43,9—57,8 г/сосуд во втором. При внесении двойной дозы азота эффект выше, чем от двойной дозы фосфора.

В контрольных сосудах с почвой, взятой на участке старопашки из горизонта 0—30 см, урожай равнялся 8,8—9,5 г/сосуд, из горизонта 30—40 см — 4,1—5,0 г/сосуд. Внесение минеральных удобрений повысило урожай на 17,3—18,2 (0—30 см) и 17,3—25,4 г/сосуд (30—40 см) в 1961 г. и на 38,6—46,7 и 44,3—53,7 г/сосуд в 1962 г. Во всех случаях сочетание двойной дозы азота с одинарной фосфора имело преимущество перед одинарной дозой азота с двойной фосфора.

Следует подчеркнуть, что внесение минеральных удобрений, особенно азота, повышает плодородие нижних горизонтов до уровня верхних. Вес стеблей хлопчатника (гуза-пан) согласуется с урожаем хлопка-сырца.

Сроки и способы внесения азотных удобрений

На новоосваиваемых землях Голодной степи в лабораторно-полевом опыте К. М. Разыков (1965) изучал степень доступности азота для хлопчатника в допосевной период. Почва — целинный светлый серозем. Ниже приводим схему опыта:

1-й вариант — контроль (без азота);

2-й — 500 кг/га аммиачной селитры до сева вразброс с последующей заделкой дисковой бороной на 10—12 см;

3-й — внесение 500 кг/га аммиачной селитры культиватором-удобрителем с расстановкой рабочих органов через 60 см на глубину 16—18 см;

4-й — 500 кг/га аммиачной селитры удобрителем одновременно с севом на 10—12 см от рядка на глубину 16—18 см.

Первые три варианта были заложены 17 марта 1963 г., четвертый 21 апреля 1963 г., в день сева.

Периодически брали почвенные образцы до глубины 40 см параллелепипедом дробно: высота 10 см; ширина (поперек междурядья) — 10 см; длина (вдоль междурядья) — 35 см.

Исследования показали, что нитратный азот, внесенный в почву с удобрением за месяц до сева под дисковую борону, в основном сохранился в 10 см слое вплоть до появления на хлопчатнике 3—4 настоящих листочков.

Содержание нитратного азота в 40 см слое по срокам определений в пределах 67,9—87,6% валового запаса.

В случае внесения аммиачной селитры за месяц до сева культиватором-удобрителем локально на глубину 16—18 см миграция нитратов в поверхностные слои выражена гораздо слабее, что связано с более глубокой заделкой. Наблюдалось постепенное рассасывание нитратного азота во всех направлениях с преобладанием восходящих токов.

Позиционная доступность нитратного азота для молодых проростков хлопчатника при данном способе заделки зависит от расположения очага внесения относительно посевного рядка.

Ориентация линии внесения удобрений к растениям достигается при заделке их одновременно с севом. При этом значительно

Таблица 43

Влияние сроков внесения азотных удобрений на развитие и урожайность хлопчатника

Номер варианта	Годовая норма, кг/га		Распределение азота, кг/га					Высота главного стебля, см	Кол-во коробочек	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Оплата 1 кг азота хлопком, кг
	N	P	под зябь	под диск. весной	при 2—3 наст. лист.	в бутонизацию	в цветение					
1	—	100	—	—	—	—	—	45,8	4,8	22,9	—	—
2	60	100	—	—	—	30	30	58,0	6,0	38,4	15,5	25,8
3	100	100	40	—	—	30	30	58,4	6,0	38,6	15,7	15,7
4	100	100	—	40	—	30	30	62,3	6,2	40,8	17,9	17,9
5	100	100	—	—	40	30	30	64,2	6,8	41,7	18,8	18,8
6	100	100	40	—	—	30	30	57,4	6,1	39,5	16,6	16,6
7	100	100	100	—	—	—	—	54,1	5,0	33,5	10,6	10,6

Примечания. 1. Фосфорные удобрения внесены под зябь. 2. В вар. 6 азотные удобрения под зябь внесены в виде сульфата аммония, в остальных случаях — в виде аммиачной селитры. 3. По В. Н. Перегудову, $E = \pm 0,8$ ц/га, $P = 2,2\%$.

уменьшается миграция азота на поверхность почвы. Основная часть нитратов остается в 10—20 см слое, вблизи от корневой системы молодых проростков.

К. М. Разыков в полевом опыте 1963 г. изучал сроки внесения азотных удобрений. При этом дробное внесение туков положительно сказалось на развитии и урожайности хлопчатника (табл. 43). Наименьшая прибавка от азота получена при внесении под зяблевую пахоту. Мало эффективными были также варианты 3 и 6 с перенесением 40 кг/га азота под зябь.

Под влиянием удобрений абсолютный вынос азота возрастает примерно в 1,5—2,0 раза.

Относительно низкий коэффициент использования азота отмечен при внесении всей нормы удобрений (30,6%) или части азота под зябь (47,5%). Внесение азотных удобрений в подкормки и перед севом высокоэффективно. При внесении азотных удобрений только в подкормки (вар. 5) использовалось относительно больше азота (74,6%), чем при других способах внесения.

Азотные удобрения способствуют более экономному использованию растениями фосфора. Вынос фосфора на создание 1 т хлоп-

ка-сырца в вариантах с азотными удобрениями равен 8,1—9,9 кг, без азота — 13,1 кг (табл. 44).

К. М. Разыковым (1965) установлено, что азотные удобрения повышают абсолютный вес семян, удлиняют хлопковое волокно. Существенных различий по технологическим качествам волокна в зависимости от сроков внесения азотных удобрений не обнаружено.

Внесение азотных удобрений под зяблевую вспашку сопровож-

Таблица 44

Вынос хлопчатником азота и фосфора в зависимости от сроков внесения удобрения (данные К. М. Разыкова, 1965)

Номер варианта	Внесено N, кг/га					Вынесено, кг/га		Вынесено на 1 т хлопка-сырца, кг		Коэффициент использования азотных удобрений
	под зябь	под дискование	при 2-3 наст. лист.	в бутонизацию	в цветение	N	P	N	P	
1	—	—	—	—	—	80,0	29,9	35,1	13,1	—
3	40	—	—	30	30	127,5	34,3	33,0	8,9	47,5
4	—	40	—	30	30	143,0	33,2	35,0	8,1	63,0
5	—	—	40	30	30	154,6	41,3	37,1	9,9	74,6
7	100	—	—	—	—	110,6	31,1	33,0	9,3	30,6

дается потерями питательных веществ при промывках и под влиянием атмосферных осадков.

При обеспеченности хлопчатника азотом в наиболее ответственные периоды вегетации — бутонизацию и цветение — достигается наибольшая урожайность, исключение азота в цветение сопровождается снижением урожая.

ВЫВОДЫ

1. Систематическое возделывание хлопчатника в условиях севооборота при соответствующем комплексе агротехнических мероприятий обеспечивает повышение плодородия почвы от ротации к ротации, сопровождающееся увеличением в почве органического углерода и азота.

2. Ежегодное применение минеральных удобрений в хлопково-люцерновом севообороте, обеспечивая нормальные условия питания хлопчатника, одновременно способствует сохранению запасов гумуса, валовых и подвижных форм питательных веществ в почве от начала до конца ротации.

3. Двух-трехлетнее возделывание люцерны в севообороте приводит к ежегодному повышению урожайности хлопчатника в среднем за ротацию на 7,0 ц/га.

Внесение 200 кг/га азота и 140 кг/га фосфора повышает уро-

жай в севообороте на 4,5, в условиях монокультуры хлопчатника на 3,2 ц/га в сравнении с абсолютным контролем.

4. На окультуренных староорошаемых почвах Голодной степи оптимальными годовыми нормами азотных удобрений можно считать 200—250 кг/га на старопашке и 100—120 кг/га по пласту и обороту пласта трав.

5. Удобрение хлопчатника улучшает качество хлопка-сырца, увеличивает крепость волокна с 3,3 до 4,5 г, длину — с 32,9 до 34,3 мм, улучшает зрелость и сортность хлопка-волокна.

6. Степень заболевания хлопчатника вилтом меняется в полях севооборота. Так, по пласту больных растений было всего 7%, по обороту пласта — 10, на 3—4-й годы возделывания хлопчатника — 20—25%, в последующие годы — 55—59%.

7. Повышение предпосевной влажности на подверженных засолению почвах с 60 до 70% ППВ сопровождается удлинением вегетационного периода на 2—4 дня, повышением урожайности в зависимости от нормы минеральных удобрений на 2,1—7,4 ц/га.

У растений хлопчатника, не получавших удобрения, на 4—8 дней укорачивается вегетационный период.

8. На почвах, подверженных засолению, эффективность минеральных удобрений снижается. При существующем уровне агротехники оптимальная годовая норма азота по старопашке равна 150—200 кг/га, по пласту и обороту пласта 60—90 кг/га.

9. На новоосваиваемых почвах, где мощность окультуренного гумусового горизонта незначительна, увеличение годовой нормы азота до 150—200 кг/га сопровождается повышением урожая: на 1 кг азота приходится 18,6—22,2 кг хлопка, что почти вдвое больше, чем на староорошаемых почвах.

10. На староорошаемых и новоосваиваемых землях дробное внесение азота увеличивает продолжительность использования минеральных туков в сравнении с разовым внесением перед севом.

11. Вынос элементов питания растениями хлопчатника зависит от степени окультуренности и удобренности почвы. Вынос азота 1 т хлопка-сырца на староорошаемых почвах составил в контроле (без удобрений) 40,7 кг, при годовой норме азота и фосфора по 100 кг/га — 41,3, при N 250 и P₂O₅ 200 кг/га — 51,8, при N 300 и P₂O₅ 250 кг/га — 58,2 кг.

На целинных почвах вынос азота с применением минеральных удобрений увеличивается с 80,0 в контроле до 154,6 кг/га, или вдвое, что объясняется слабой обеспеченностью целинных почв доступными растениям элементами питания.

Положительный азотный баланс на окультуренной старопашке создается при годовой норме азота 200 кг/га и более, на подверженных засолению и новоосваиваемых почвах при 150—200 кг/га.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

ПОВЕДЕНИЕ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОЧВАХ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Основной причиной низкого использования вносимых в почву фосфорных удобрений (15—30%) является способность растворимых фосфатов энергично вступать во взаимодействие с бикарбонатами почвы и постепенно переходить в трудноусвояемые формы. Так, водорастворимый монокальцийфосфат в течение 2 дней полностью превращается в дикальцийфосфат, затем уже медленнее — в трехкальцийфосфат, который постепенно переходит в более насыщенные кальцием формы.

По данным С. А. Кудрина (1947), однозамещенный фосфат кальция уже в день внесения удобрений извлекался из почвы (типичный серозем) водной вытяжкой на 25—35%, остальное количество превращалось в двузамещенный фосфат кальция, затем в еще менее растворимые соединения.

На различных почвенных разностях поглощение фосфора протекает по-разному, но во всех случаях с увеличением времени взаимодействия удобрений с почвой возрастает количество поглощенного фосфора.

В связи с переходом ортофосфорной кислоты в карбонатных почвах в малорастворимые в воде соединения Са, Mg, Fe подвижность фосфора суперфосфата незначительна. По данным Б. П. Мачигина (1948), фосфор суперфосфата под влиянием поливов проник на глубину 8 см от места внесения. Однако большая часть фосфора (61,7% извлеченного количества) поглотилась в первом 2 см слое, т. е. непосредственно в месте внесения удобрений. В более глубокие слои фосфора проникает очень немного.

Исследованиями Я. И. Чуманова в 1958 г. установлено, что преципитат остается в слое, куда он внесен. Суперфосфат (кислый) под влиянием орошения перемещается на 10—15 см. При этом около 80% P_2O_5 остается в том же слое или перемещается вниз до 4 см. Аммофос проникает глубже — до 15—20 см за счет углекислого аммония, растворяющего двукальциевый фосфат в сероземах.

Слабое передвижение фосфатов по профилю почвы под влиянием поливов установлено в 1940 г. Г. С. Давтяном на бурых почвах Армении, в 1947 г. С. А. Кудриным на сероземах и др.

Н. Н. Зеленин в 1960 г. на типичном сероземе давнего орошения установил, что радиоактивный фосфор ^{32}P в дозе 40 кг/га, внесенный на глубину 3 см, под влиянием полива проник в нижележащие слои всего на 3—4 см от места внесения.

В полевых опытах на Пахтааральской опытной станции мы определяли динамику содержания подвижных фосфатов на почвах, промытых разными промывными нормами, где предваритель-

Таблица 45

Содержание фосфатов после промывок почвы, мг/кг

Горизонт, см	Однократная промывка, 1805 м ³ /га		Двукратная промывка, 3292 м ³ /га		Трехкратная промывка, 4448 м ³ /га	
	исходное	после промывки	исходное	после промывки	исходное	после промывки
0—10	32,3	42,4	34,3	45,2	43,7	46,3
10—20	37,5	38,9	31,0	43,2	32,3	44,4
20—30	35,3	32,0	31,6	36,2	26,4	33,9
30—40	13,3	13,3	16,5	17,8	15,1	16,4
40—60	5,2	6,1	4,6	5,2	5,8	7,0
60—80	4,9	4,4	4,5	4,8	5,2	4,5
80—100	3,1	3,9	3,5	5,7	6,9	4,6

Примечание. Результаты анализов усреднены за 6 сроков: 6.III, 20.IV, 1.VI, 28.VI, 30.VII, 18.IX 1967 г.

но под пахоту вносился суперфосфат обыкновенный. В полевом опыте с 1966 по 1968 г. К. Адамбеков изучал влияние степени опреснения почвы разными нормами воды на урожай хлопка-сырца. Опыт проводился по старопашке в зоне действия скважин вертикального дренажа № 9, № 10 и № 14 совхоза «Пахтаарал».

Глубина залегания грунтовых вод колебалась весной в пределах 2,5—3,0 м, осенью 3,4—3,7 м.

В опыте нас интересовало поведение фосфатов в почве под влиянием промывок разными нормами (табл. 45).

Опытный участок по содержанию фосфатов относится к обеспеченным, так как в пахотном слое P_2O_5 , как правило, содержит более 30 мг/кг, в подпахотном резко снижается до 3—7 мг/кг. Под влиянием промывок по всем трем фонам отмечается некоторое увеличение P_2O_5 по сравнению с исходным (1966 г.). Это можно объяснить лучшими условиями для деятельности почвенных микроорганизмов и развития корневой системы на более опресненной почве, а также повышением влажности почвы, которое сопровождается ростом подвижности почвенных и вносимых фосфатов.

Улучшение биогенных условий почвы благоприятствовало увеличению усвояемых форм фосфора за счет перехода из менее подвижных форм из почвы. В нижних горизонтах эти различия почти не проявляются, что свидетельствует об отсутствии вымывания P_2O_5 вниз по профилю. Примерно такие же результаты получены и в другие годы исследований.

В табл. 46 приводятся данные о влиянии промывок на урожайность хлопчатника. Двукратная промывка повысила урожай в среднем за 3 года на 3,1 ц/га, трехкратная на 3,7 ц/га по сравнению с однократной.

В условиях весны 1968 г., когда в марте осадков выпало 95,9 мм (среднее многолетнее 52,0 мм), в апреле 60,0 мм (про-

Таблица 46

Урожай хлопка-сырца в зависимости от нормы и кратности промывок, ц/га

Номер варианта	1966 г.		1967 г.		1968 г.		Среднее за 3 года	
	всего	откл. от контроля	всего	откл. от контроля	всего	откл. от контроля	всего	откл. от контроля
1	27,4	—	30,4	—	26,3	—	28,0	—
2	31,0	+3,6	36,0	+5,6	26,3	+0	31,1	+3,1
3	33,1	+5,7	38,4	+8,0	23,5	-2,8	31,7	+3,7
	E=±2,0 ц/га P=6,6%		E=±1,6 ц/га P=4,5%		E=±1,2 ц/га P=5,0%			

дав 36,0 мм), в вариантах с повышенными нормами промывной воды отмечалось переувлажнение почвы, большее заболевание хлопчатника корневой гнилью и как результат этого — отсутствие положительного эффекта в вар. 2 и снижение урожая в вар. 3. Тем не менее в среднем за 3 года прибавка урожая при двух промывках составила 3,1, при трех 3,7 ц/га в сравнении с разовой промывкой (28,0 ц/га).

В другом полевом опыте на территории Пахтааральской станции совместно с З. Д. Сидневой в 1967—1969 гг. мы изучали эффективность калийных удобрений под хлопчатник в зависимости от степени промывности почвы (отвод 44, карта 9). Результаты опыта излагаются в следующей главе, а здесь приведены лишь данные лабораторных анализов содержания в почве фосфатов, растворимых в 1%-ной углеаммонийной вытяжке (табл. 47).

Начиная с оборота пласта путем наложения изучали варианты с дозами калия 60 и 120 кг/га по фону 150 кг/га азота в вегетацию, 100 кг/га фосфора (под вспашку 70%, перед севом 30%).

В 1967 г. на опытном участке в 4-кратной повторности были созданы три фона: без промывки, с одной и двумя промывками.

В 1968—1969 гг. фон без промывки из-за сильного пятнистого засоления был исключен. Норма воды при одной и двух промывках соответственно 1500—2000 и 2500—3000 м³/га.

Во всех вариантах опыта годовая доза фосфора 100 кг/га, причем 70% под зябь с последующими промывками. Количество фосфатов в одноименных горизонтах под влиянием промывок не уменьшалось, наоборот, они оказывали положительное влияние на содержание растворимых фосфатов в почве. В горизонте 40—60 см по всем срокам определения содержание P_2O_5 не превышало 5—10 мг/кг. В слое 30—40 см сказывалось перемещение фосфатов из пахотного слоя, но усиления такого перемещения в

Таблица 47

Содержание фосфатов в зависимости от промывки почвы, кг/га (1969 г.)

Горизонт, см	25.IV				2.X			
	1-й вар.	2-й вар.	3-й вар.	4-й вар.	1-й вар.	2-й вар.	3-й вар.	4-й вар.
Одна промывка								
0—10	49,0	57,0	52,0	45,0	30,0	26,5	28,0	23,0
10—20	48,0	63,0	38,0	49,5	17,0	23,0	19,0	11,0
20—30	56,0	62,0	47,5	45,0	27,0	51,5	31,0	20,0
30—40	33,0	27,0	25,0	23,0	26,0	8,7	20,0	19,0
40—60	8,5	9,0	9,5	7,0	7,0	Сл.	Сл.	Сл.
Две промывки								
0—10	47,0	66,0	50,0	48,0	20,0	32,5	27,0	32,0
10—20	50,0	48,0	47,5	45,0	19,5	32,0	38,0	25,0
20—30	58,0	70,0	38,0	56,0	27,0	28,0	28,0	20,0
30—40	30,0	21,0	25,0	38,0	32,0	13,0	33,0	10,0
40—60	10,0	9,0	10,0	9,5	5,0	Сл.	Сл.	Сл.

зависимости от промывных норм не отмечалось. Следовательно, фосфор удобрений под действием промывок и осадков перемещается ниже пахотного слоя незначительно и существенного влияния на изменение фосфорного питания хлопчатника не оказывает.

В подтверждение этому на рис. 5 приведены усредненные по вариантам содержания фосфатов в пахотном слое почвы за все годы опыта. За исключением одного случая (2 промывки 27. VII 1967), содержание P_2O_5 в почве под влиянием промывок в пахотном слое не снизилось, а было равно и даже несколько выше, чем на участке без промывки.

В полевом опыте 1964—1966 гг. по фону 130 кг/га азота вносили 130 кг/га фосфора в разные сроки. Повторность опыта 8-кратная. Общая площадь 4,3 га. На опытном участке после пахоты ежегодно проводили промывки: в 1964 г. — 15—20. I и 12—13. II,

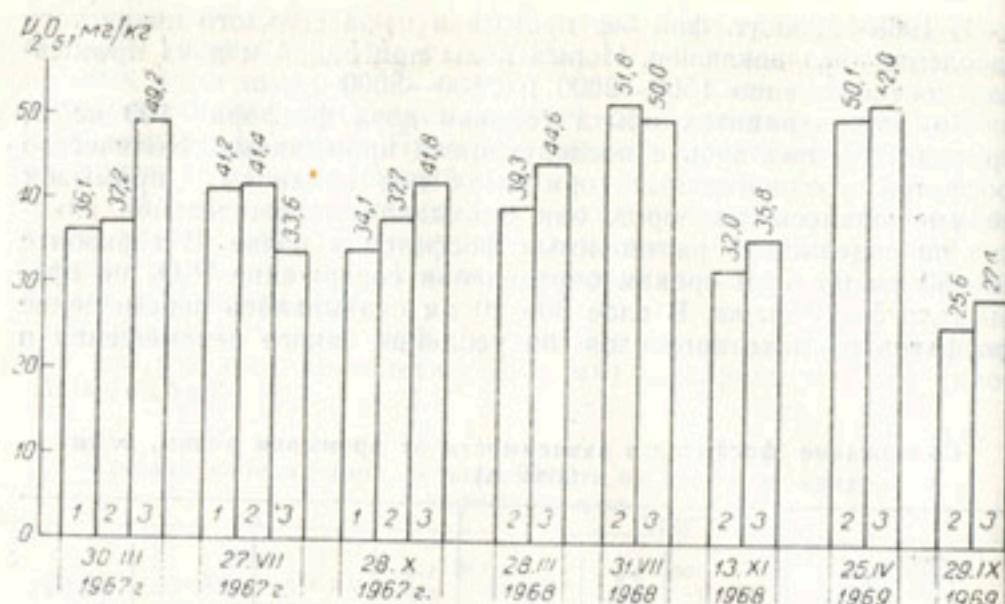


Рис. 5. Содержание фосфатов в пахотном слое почвы в зависимости от промывок:

1—контроль; 2—одна промывка; 3—две промывки.

Таблица 48

Содержание фосфатов в зависимости от сроков внесения суперфосфата, мг/кг (1966 г.)

Дата взятия образца	Горизонт, см	Фон (133 кг/га азота)	Фон+130 кг/га P ₂ O ₅ (под вспашку)	Фон+130 кг/га P ₂ O ₅ (под зябь 60%, перед севом 40%)	Фон+130 кг/га P ₂ O ₅ (под зябь 60%, в цветение 40%)	Фон+130 кг/га P ₂ O ₅ (перед севом 40%, в подкормки 60%)
26.II	0-10	33.0	58.7	39.2	37.2	56.7
	10-20	33.6	72.5	38.5	56.7	57.7
	20-30	26.5	62.5	29.0	39.2	37.2
	30-40	13.7	15.1	11.2	10.6	11.4
14.VII	0-10	33.3	48.6	34.3	52.0	37.6
	10-20	32.5	52.2	32.7	57.2	33.3
	20-30	26.7	34.7	28.0	44.7	22.0
	30-40	9.5	8.2	5.7	7.8	5.7
7.X	0-10	27.8	31.0	36.3	30.0	55.0
	10-20	36.0	34.0	35.1	26.0	29.0
	20-30	22.3	30.6	40.8	49.6	28.0
	30-40	6.6	4.0	1.3	14.3	4.3

Примечание. Повторность анализов в 1-й срок 4-кратная, в последующие 3-кратная.

в 1965—3—10. I, в 1966—12—15. XII и 27—30. XII. Ежегодно определяли динамику фосфатов в зависимости от сроков и способов внесения суперфосфата.

В вариантах с односторонним внесением азота (фон) содержание фосфатов во всех случаях было ниже, чем в других вариантах. На делянках с заправкой всей годовой дозы суперфосфата с последующей промывкой (вар. 2) уменьшения фосфатов не отмечено, в отдельных случаях их было даже больше, чем при

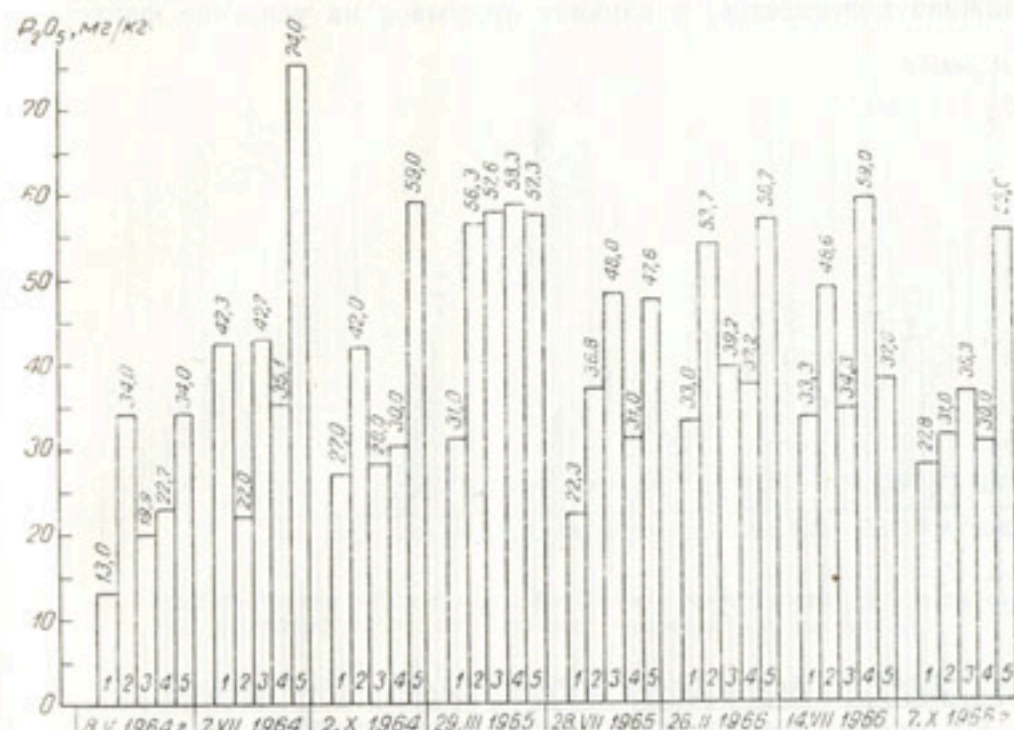


Рис. 6. Содержание фосфатов в слое 0—10 см в зависимости от сроков внесения суперфосфата по вариантам:

1—фон+130 кг/га N; 2—фон+130 кг/га P₂O₅ (100% под пахоту); 3—фон+130 кг/га P₂O₅ (60% под пахоту, 40% перед севом); 4—фон+130 кг/га P₂O₅ (60% под пахоту, 40% в цветение); 5—фон+130 кг/га P₂O₅ (40% перед севом, 60% в 2 подкормки).

дробном внесении суперфосфата (табл. 48). При этом в подпахотном слое количество P₂O₅ резко уменьшалось в сравнении с пахотным и отчетливые различия между фоном и удобряемыми суперфосфатом вариантами не проявлялись. Это еще одно свидетельство того, что фосфорная кислота под влиянием промывок перемещается несущественно. Необходимо отметить, что на делянках с перенесением фосфорных удобрений на период вегетации вместо внесения под основную вспашку (вар. 5) P₂O₅, как правило, сосредоточена в верхнем 10 см слое почвы. В вар. 5 в большинстве случаев фосфатов меньше, чем в вариантах с внесением

суперфосфата под основную пахоту (рис. 6—8). Скопление P_2O_5 в вар. 5 в верхнем горизонте вызвано мелкой заделкой суперфосфата, обусловившей снижение использования внесенных туков.

Разумеется, заблаговременное внесение суперфосфата ведет к большему закреплению фосфатов в сравнении с внесением непосредственно перед севом, не только на промывных землях, но и в любых сероземах, богатых карбонатами.

Почва в зимне-весенний период, как правило, достаточно влажная повсеместно, и влияние промывок на усиление фактора

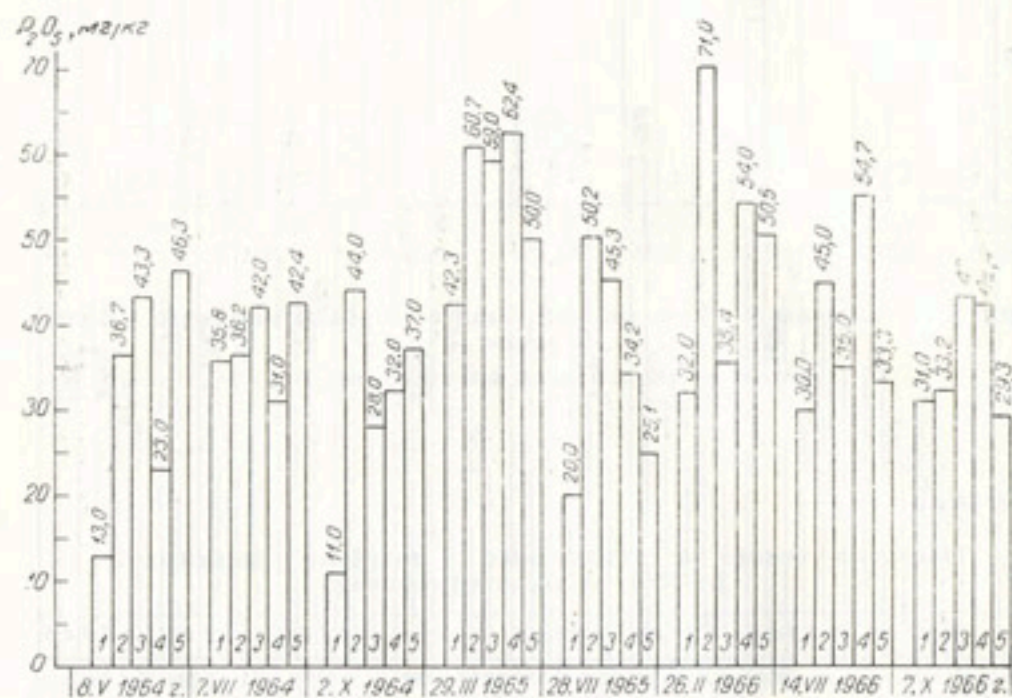


Рис. 7. Содержание фосфатов в слое 10—20 см в зависимости от сроков внесения суперфосфата (обозначения те же, что и на рис. 6).

закрепления фосфатов недостаточно убедительно. Фактор закрепления фосфатов при заблаговременном внесении суперфосфата связан не с промывками, а с типом почвы и ее окультуренностью. Так, лугово-болотные почвы сильнее связывают фосфаты, чем сероземные. Истощенные малогумусированные сероземы также больше закрепляют P_2O_5 , чем окультуренные, богатые микроорганизмами почвы.

Многолетние исследования позволили Б. П. Мачигину (1948) сделать вывод, что фосфаты, внесенные в почву в течение короткого времени, почти полностью переходят в формы, не извлекаемые водными вытяжками. По его данным, в первый день внесения в 20 см слое серозема закрепились 52,5% P_2O_5 , в луговой

почве давнего орошения 69,5 и в лугово-болотной 89,3%. В слое 20—40 см отмечено еще большее закрепление — 62,7; 85,3 и 93,3%.

Нужно полагать, подчеркивает Б. П. Мачигин (1957), что при внесении фосфорных удобрений наряду с поглощением должен существовать и обратный процесс мобилизации почвенных фосфа-

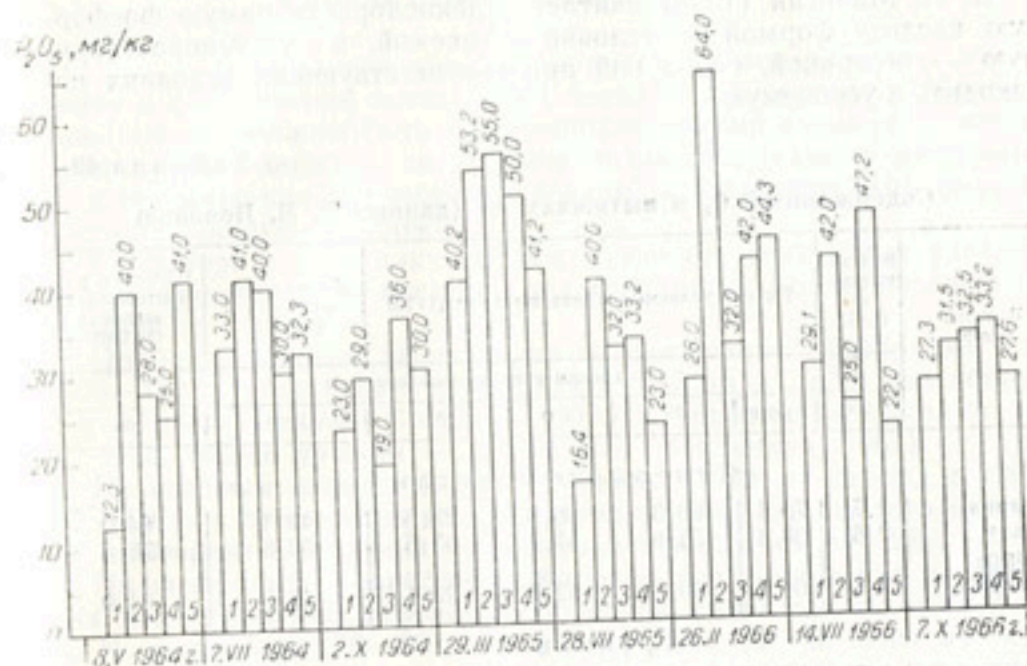


Рис. 8. Содержание фосфатов в слое 20—30 см в зависимости от сроков внесения суперфосфата (обозначения те же, что и на рис. 6).

тов. Сюда относится увеличение CO_2 путем обработки, внесение органических удобрений и т. д.

В условиях Пахтааральской станции в Голодной степи на подверженных засолению светлых сероземах в лабораторных опытах И. М. Попова в 1957 г. изучала поглощение разных форм фосфатов в зависимости от окультуренности почвы (табл. 49). Образцы почвы были взяты из слоя 0—25 см. Ниже приводим характеристику этих почвенных фонов (%):

Питательное вещество, соль	Целина	Пласт травы	Старопашка
P_2O_5 валовая	0,182	0,219	0,201
Гумус	1,02	1,20	0,96
H_2CO_3	0,029	0,023	0,023
Cl	0,002	0,008	0,014
Сухой остаток	0,095	0,168	0,190

В водную вытяжку из сероземных почв переходят монокальцийфосфаты, в углеаммонийную — моно- и дифосфаты и частич-

но трехкальцийфосфаты, а уксуснокислая вытяжка затрагивает и основные соединения фосфора.

В опыте монофосфаты немедленно перешли в дифосфаты, переход же дифосфатов в более насыщенные кальцием формы происходил постепенно и далеко неполностью.

Б. П. Мачигин (1948) считает углекислорастворимую фосфорную кислоту формой безусловно усвояемой, а уксуснорастворимую — резервной, способной при соответствующих условиях переходить в усвояемую.

Таблица 49

Содержание P_2O_5 в вытяжках, % (данные И. М. Поповой)

Вариант опыта	Водная вытяжка (1:5)	1%-ная углекислотная вытяжка (1:20)				Углекислая вытяжка (1:100)	0,5%-ная уксуснокислая вытяжка (1:100)
	по срокам компостирования, дни						
	200	сутки	20	100	200	200	200
Суперфосфат кислый							
Целина	2,7	75,1	66,3	36,8	27,5	40,2	84,0
Пласт	2,6	68,4	58,9	51,7	33,5	52,8	78,0
Старопашка	2,6	60,5	49,6	42,8	28,1	48,0	64,0
Преципитат							
Целина	1,5	70,8	41,7	45,0	31,6	46,2	98,0
Пласт	1,7	66,0	56,6	57,3	37,8	57,6	100,0
Старопашка	2,7	66,8	45,5	53,0	31,4	54,0	78,0
Аммофос							
Целина	2,7	—	63,8	39,6	23,9	36,6	80,0
Пласт	2,6	72,4	61,8	53,3	34,0	60,0	80,0
Старопашка	2,9	65,6	55,8	44,0	30,5	54,0	60,0

Таким образом, в опыте И. М. Поповой при взаимодействии фосфатов со светлыми, подверженными засолению сероземами в течение 200 дней от 46 до 60% внесенного фосфора (в зависимости от формы) остается вполне доступным для растений и, кроме того, 20—40% могут служить резервом для питания.

Поддержание определенного фосфатного уровня в различных типах почв рекомендовано И. Н. Чумаченко (1963).

Скорость почвенного поглощения растворимой P_2O_5 у всех форм фосфатов меняется в зависимости от окультуренности светлых сероземов. Целинными почвами P_2O_5 поглощается значительно полнее, чем окультуренными. На окультуренных почвах поглощение происходит быстрее по старопашке, нежели по плас-

ту трав. Низкое содержание P_2O_5 по пласту в первые сроки компостирования связано с увеличением биологического поглощения при разложении корневых остатков трав.

ДОЗЫ ФОСФОРА ПОД ХЛОПЧАТНИК В ПОЛЯХ СЕВООБОРОТА

Рациональные дозы внесения минеральных удобрений и соотношения питательных элементов в системе удобрения хлопчатника должны быть обоснованы опытными данными с учетом содержания подвижных питательных веществ в почве применительно к почвенно-климатическим условиям, агротехническому фону и уровню планируемых урожаев.

По литературным данным, эффективность фосфорных удобрений на сероземах при внесении под хлопчатник можно проследить начиная с 1906 г.

Прибавка урожая хлопчатника от фосфорных удобрений в 1906—1925 г. колебалась в среднем от 1,3 до 1,7 ц/га при общей урожайности 15 ц/га. С 1929 по 1934 г. прибавки возрастают до 1,9 ц/га, общие урожаи — до 18 ц/га (Малинкин, 1957).

По сводным данным Я. И. Чуманова (1929), в период с 1906 по 1929 г. в среднем из всех среднеазиатских опытов того времени фосфорные удобрения повышали урожайность на 12%.

Полевые опыты с внесением фосфора под хлопчатник на светлых новоорошаемых сероземах Голодной степи начаты с 1907 г. М. М. Бушуевым (70—80 кг/га фосфора и 25—40 кг/га азота). Удобрения вносили в один прием, почти поверхностно, при низком уровне агротехники, с нарушением соотношения азота и фосфора. От внесения фосфора на новоорошаемых землях Голодной степи прибавка составила 0,3—0,4 ц/га, по пласту люцерны — 3,7 ц/га.

Результаты коллективных (производственных) опытов с удобрением хлопчатника были сведены в 1929 г. Я. И. Чумановым и в 1930 г. Ф. Е. Колясевым.

Внесение 90 кг/га P_2O_5 по фону 90 кг/га азота повысило урожайность в районах Голодной степи на 34,55%, по Средней Азии на 20,50% при средней прибавке от одностороннего внесения азота 24,80 и 15,90%. Двойной суперфосфат в дозах 90, 120, 180 и 240 кг/га P_2O_5 по фону 120 кг/га азота повысил урожайность в Голодной степи соответственно на 44,1; 43,5; 41,3 и 49,6%, в целом по всем опытам — на 25,7; 25,8; 37,0 и 35,6%, т. е. значительно меньше, чем в опытах в Голодной степи.

Позже Я. И. Чуманов (1937), Я. И. Чуманов, Н. П. Малинкин (1957) обобщили результаты изучения эффективности минеральных удобрений в колхозах Узбекистана (данные НИХИ и ВИУА). Прибавка от внесения азота и фосфора в дозах 45—90 кг/га в хозяйствах Голодной степи в 1935 г. составила 18,3—28,6% (2,1—2,6 ц/га). В 1936 г. повышение доз минеральных

удобрений с 60—90 до 100—180 кг/га увеличивало дополнительную прибавку примерно в 2 раза.

На Пахтааральской опытной станции М. П. Юматов с 1935 по 1938 г. в полях севопольного севооборота (3 года люцерна + 4 года хлопчатник) ставил опыты по определению оптимальных доз минеральных удобрений (NPK) под хлопчатник (табл. 50). Автор рекомендовал в 1-й год возделывания хлопчатника вносить не менее 45 кг/га азота и 90 кг/га фосфорной кислоты. На 2-й год после люцерны при дозе азота 60—90 кг/га довести соотношение азота и фосфора до 1:1,5 или 1:1, на 3-й год норма азота должна быть 150 кг/га, на 4-й — 200—250 кг/га, фосфора 100—125 кг/га. Эти нормы в совхозе «Пахтаарал» применя-

Урожай хлопка-сырца в зависимости от доз и

Номер вариан- та	1935 г.			1936 г.			1937 г.			1938 г.		
	годовая норма, кг/га											
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	90	0	150	200	0	125	250	0
3	0	0	0	60	90	0	200	150	0	250	125	0
4	0	90	0	0	0	0	150	0	0	200	0	0
5	0	90	0	0	90	0	0	150	0	0	200	0
6	0	90	0	60	90	0	150	75	0	200	100	0
7	45	90	0	60	90	0	75	150	0	100	200	0
8	45	90	0	60	90	0	150	150	0	200	200	0
9	45	90	45	90	90	75	150	150	75	200	200	100

лись до 1948 г., затем в связи с повышением плана урожайности хлопчатника были несколько увеличены дозы фосфора, а в первые два года после люцерны — азота.

С 1939 по 1951 г. на Пахтааральской опытной станции изучалась эффективность доз фосфорных удобрений (табл. 51). Для существенного повышения урожая хлопка-сырца необходимы повышенные дозы фосфора — 100—150 кг/га.

В 1956—1959 гг. И. М. Поповой, а затем нами были продолжены опыты по обоснованию оптимальных доз фосфорных удобрений в зависимости от обеспеченности почв фосфатами. В опыте 1 изучались дозы фосфора на почвах, высокообеспеченных усвояемыми фосфатами.

Осенью 1955 г. в пахотном слое опытного участка исходное содержание фосфатов, растворимых в 1%-ной углекислотной вытяжке, составило 70 мг/кг, гумуса 0,9—1,0%, азота 0,09—0,12% и валового фосфора 0,20—0,23%. Хлопчатник высевался на 4-й и 5-й годы после распахивания трав.

Как вытекает из табл. 52, фосфорные удобрения положительно

влияли на развитие хлопчатника. С повышением нормы фосфора увеличивалось накопление коробочек. По фону, обеспеченному фосфатами, эффект от суперфосфата на урожайности хлопчатника не проявился только в первый год. Содержание фосфатов к осени 1956 г. снизилось до 8,7 мг/кг в контроле и до 30,4—33,4 мг/кг в удобряемых вариантах. В связи с этим годовые дозы P_2O_5 45 и 90 кг/га были явно недостаточными, от 120 кг/га P_2O_5 получена прибавка 4,5 ц/га.

С 1957 г. на другом участке по пласту двухлетней травосмеси, слабообеспеченном фосфатами (9,0—10,0 мг/кг P_2O_5) по той же схеме был заложен опыт 2 (табл. 53).

На слабообеспеченном фосфатами участке эффективность от

Таблица 50

соотношений NPK, ц/га (данные М. П. Юматова)

Всего за 4 года			Урожай, ц/га					Прибавка, ц/га
годовая норма, кг/га			1935 г.	1936 г.	1937 г.	1938 г.	средний за 4 года	
N	P	K						
0	0	0	30,7	41,1	36,9	32,0	35,2	—
275	540	0	30,6	43,7	43,1	40,2	39,4	4,2
510	365	0	31,2	45,3	41,1	41,2	39,7	4,5
350	90	0	28,9	44,9	42,3	40,4	39,1	3,9
0	530	0	29,9	44,5	39,8	35,6	37,4	2,2
410	355	0	32,3	46,8	43,5	39,9	40,6	5,4
280	530	0	29,3	46,0	42,5	36,5	38,6	3,4
455	530	0	30,8	46,0	40,7	40,7	39,5	4,3
485	530	295	27,1	46,9	42,3	39,6	39,0	3,8

внесения фосфора была значительной и во все годы исследований прибавка возрастала по мере увеличения годовой дозы P_2O_5 , при этом доза 120—135 кг/га не была предельной. Как правило, увеличение нормы фосфора с 45 до 90—120—135 кг/га способствовало лучшему росту и развитию хлопчатника. На слабообеспеченном фосфатами участке эффективность от внесения фосфора была выше, чем на высокообеспеченном.

В полевых опытах на почвах, различно обеспеченных усвояемыми фосфатами (1956—1960 гг.), установлено, что при наличии в пахотном слое почвы 70 мг/кг P_2O_5 влияние фосфора на урожайность отсутствует только в первый год, на следующий год уже эффективна доза 120 кг/га.

На почвах, слабообеспеченных фосфатами (10 мг/кг), лучшей дозой во все годы опыта оказалось 120—135 кг/га фосфорной кислоты по фону 150—180 кг/га азота.

Повышение дозы фосфора до 120—135 кг/га против 45 и 90 кг/га обеспечивает лучший режим питательных элементов в почве и развитие растений.

В одном из наших производственных опытов в совхозе «Пахтаарал» на площади 10 га при содержании 43—50 мг/кг P_2O_5 по

обороту пласта повышение дозы фосфора со 120 до 180 кг/га по фону азота 130 кг/га дало ускорение в развитии растений и повышение доморозного сбора на 6,7 ц/га, хотя общий урожай был

Таблица 51

Эффективность фосфорных удобрений в опытах Пахтааральской станции

Год проведения опыта	Исполнитель	Севооборотное поле	Годовая норма P_2O_5 , кг/га	Прибавка урожая от фосфора, ц/га
1939	М. П. Юматов	Старопашка	200	3,7
1942	В. М. Глухова	"	100	3,3
		"	100	2,5
		"	50	2,0
1948	Н. Э. Шуберт	Пласт	150	5,4
		"	75	3,3
1949	"	Оборот пласта	150	3,2
		"	50	0,4
1951	И. М. Попова	Плас	100	3,3
		"	50	1,6
1951	"	Старопашка	100	1,2
		"	50	1,2

близким (39,4 и 39,6 ц/га).

Дополнительное внесение фосфора под предпосевное чизелевание ускоряло прохождение фаз.

Таблица 52

Рост, развитие и урожайность хлопчатника в зависимости от дозы суперфосфата на почвах, обеспеченных фосфатами

Вариант опыта	1956 г.					1957 г.				
	густота стояния, тыс/га	высота, см	число коробочек	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	густота стояния, тыс/га	высота, см	число коробочек	урожай, ц/га	прибавка, ц/га
Фон (N 120 кг/га)	75,9	73,9	8,9	54,7	—	73,8	62,6	8,4	33,4	—
Фон+ P_2O_5 45 кг/га	74,5	79,3	9,5	54,0	-0,07	70,8	67,0	9,0	32,7	-0,7
Фон+то же 90 кг/га	76,5	77,8	9,7	54,7	—	80,4	68,1	8,5	34,9	+1,5
Фон+то же 120 кг/га	77,7	81,6	9,9	55,3	+0,6	73,9	74,2	9,2	37,9	+4,5

При близкой густоте стояния и одинаковом числе коробочек на растении формирование последних при повышенной норме фосфора шло быстрее. Средний вес коробочки повысился на

0,2 г, доморозный урожай на 6,7 ц/га, или на 16,5%. При дозе фосфора 180 кг/га курачного урожая было на 6,5 ц/га меньше, чем при дозе 120 кг/га (табл. 54).

Эффективность фосфорных удобрений зависит от фактического количества усвояемых фосфатов в почве. На целине этот показатель сравнительно стабилен, в условиях староорошаемой зоны обусловлен степенью окультуренности почвы, севооборотным полем, вносимыми удобрениями, засолением и т. д. Это подтверждают результаты исследований И. М. Поповой в 1957 г. (табл. 55).

Таблица 53

Рост, развитие и урожайность хлопчатника в зависимости от дозы суперфосфата на слабообеспеченных фосфатами почвах

Вариант опыта	Густота стояния, тыс/га	Высота растений, см	Число симподиев	Число коробочек	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га
1957 г.						
Фон (N 120 кг/га)	51,6	95,0	10,2	9,8	41,4	—
Фон+45 кг/га P_2O_5	56,5	101,2	10,3	11,4	46,3	4,9
Фон+то же 90 кг/га	55,9	102,5	10,7	11,3	47,7	6,2
Фон+то же 120 кг/га	59,0	105,0	10,5	12,1	50,0	8,5
1959 г.						
Фон (N 150 кг/га)	72,5	85,4	9,5	10,1	47,4	—
Фон+45 кг/га P_2O_5	75,2	88,0	9,4	10,8	47,9	0,5
Фон+то же 90 кг/га	74,7	94,4	10,0	11,0	49,6	2,2
Фон+то же 120 кг/га	72,5	93,1	9,7	11,0	51,1	3,7
1960 г.						
Фон (N 180 кг/га)	93,9	69,2	10,9	8,4	42,9	—
Фон+45 кг/га P_2O_5	85,1	79,4	11,2	9,4	45,1	2,2
Фон+то же 90 кг/га	81,0	80,9	11,4	9,5	46,0	3,1
Фон+то же 135 кг/га	82,6	81,6	11,3	9,4	49,0	6,2

Примечание. В 1958 г. опыт забракован из-за пестроты в засолении почвы и изреженности хлопчатника.

Установлено, что в верхнем слое целинной почвы содержание фосфата в углеаммонийной вытяжке в пределах 21,1—21,7, углекислой 96,5—106,0 мг/кг.

В условиях севооборота в период возделывания трав от 1 года до 3 лет происходит постепенное уменьшение фосфатов, что связано с большим потреблением и выносом фосфора люцерниками. После распахивания трав в первые годы возделывания хлопчатника количество фосфатов возрастает за счет распада органического вещества и вносимых фосфорных удобрений. Однако к 4-му году после распахивания пласта накопленное травами органическое вещество почти полностью минерализуется, и образование усвояемых

фосфатов за счет распада перегноя прекращается. Почти полная минерализация органических остатков трав приводит к некоторому затуханию микробиологических процессов и усилению чисто химической реакции, связывающей растворимые фосфаты. В связи с этим в условиях светлых сероземов Голодной степи выявлена достаточно высокая эффективность фосфорных удобрений не только в первые годы распахки люцерников, но и в конце ротации севооборота.

Аналогичные результаты по содержанию фосфатов в различных полях севооборота совхоза «Пахтаарал» показали наши с

Таблица 54

Рост и развитие хлопчатника в зависимости от доз фосфора

Внесено удобрений, кг/га	Густота, тыс/га	Высота растений, см	Число корбочек	Средний вес 1 корбочки, г	Цветение на 12.VII, %	Созревание на 9.IX, %	Общий урожай, ц/га	В т. ч. зимозимный	
								ц/га	%
N 130 P*120	83,8	99,4	9,7	7,3	87	46	39,4	28,8	73,1
N 130 P*180	83,2	84,4	9,7	7,5	92	72	39,6	35,5	89,6
Разница между вариантами	-0,6	-15,0	±0,0	+0,2	+15	+26	+0,2	+6,7	+16,5

Г. Г. Бабиной исследования (табл. 56). На 2-й и 3-й годы после распахки трав удельный вес сравнительно обеспеченных фосфатом почв (более 30 мг/кг) увеличивается, на 4-й год после распахки снижается. Это можно объяснить подавлением биологических процессов и уменьшением органических остатков, накопленных люцерниками.

Снижение содержания валовых и подвижных форм фосфора к концу ротации севооборота установлено в совхозе «Пахтаарал» У. Бектураевым (1964). В его опыте валовые запасы на 5-й год возделывания хлопчатника составляли 82,7% в пахотном и 77,0% в подпахотном слоях по отношению к пласту распахки трав, подвижные формы фосфора — соответственно 59,2 и 33,7%. Уменьшение подвижных форм фосфора более резкое, чем валового.

Следует отметить, что при определении годовой дозы фосфорных удобрений нужно учитывать не только севооборотное поле, но и окультуренность почвы, степень засоления, уровень агротехники и т. п. В зависимости от этих факторов в пределах одного и того же севооборотного поля может быть различный фосфатный уровень, определяющий дозы фосфорных удобрений.

Почвенное обследование, проведенное нами с Г. Г. Бабиной (1966) в совхозе «Пахтаарал» и в соседнем бывшем колхозе им. Амангельды (ныне отд. им. Амангельды совхоза «Джетысай-

ский» Джетысайского района, Чимкентской области), подтверждают приведенное выше положение.

В совхозе «Пахтаарал» осуществлена капитальная планировка полей на всей площади. В 1975 г. завершена седьмая ротация севооборота, систематически проводятся промывки почвы; ежегодно вносятся большие нормы органо-минеральных удобрений и соблюдается высокая агротехника. Окультуренность полей здесь значительно выше, чем в бывшем хозяйстве им. Амангельды.

Удельный вес площадей с содержанием в пахотном слое бо-

Таблица 55

Динамика содержания растворимых фосфатов по полям севооборота совхоза «Пахтаарал»

Поле севооборота	Слой почвы, см	P ₂ O ₅ , мг/кг					
		1%-ная углекислотная вытяжка			углекислая вытяжка 1:100		
		начало вегетации	массовое цветение	конец вегетации	начало вегетации	массовое цветение	конец вегетации
Целина	0-28	21,3	21,7	21,1	106,0	97,0	96,5
	28-40	7,0	8,7	5,1	87,5	67,7	70,5
	40-60	—	—	—	—	—	—
Травы 1-го года	0-28	27,5	—	27,6	129,0	—	140,0
	28-40	4,6	—	5,1	73,5	—	98,1
	40-60	—	—	—	—	—	—
2-го года	0-28	22,0	—	15,3	122,0	—	117,0
	28-40	—	—	4,6	73,0	—	76,7
	40-60	—	—	—	—	—	—
3-го года	0-28	21,8	—	19,5	125,0	—	111,8
	28-40	4,4	—	4,4	74,8	—	88,0
	40-60	—	—	—	—	—	—
Хлопчатник 1-го года	0-28	28,2	22,6	16,0	121,0	112,8	106,0
	28-40	—	5,0	5,1	78,2	62,5	83,5
	40-60	—	—	—	—	—	—
2-го года	0-28	32,7	35,4	20,4	129,0	140,5	119,0
	28-40	4,7	4,4	5,8	76,5	68,7	96,1
	40-60	—	—	—	—	—	—
3-го года	0-28	37,3	42,8	26,4	118,5	140,8	130,0
	28-40	7,1	4,4	5,0	75,0	64,2	87,8
	40-60	—	—	—	—	—	—
4-го года	0-28	28,3	31,0	23,5	122,0	121,5	110,6
	28-40	5,1	4,4	5,3	75,7	62,0	80,0
	40-60	—	—	—	—	—	—

лее 1% гумуса в совхозе составлял 24,8%, в бывш. колхозе им. Амангельды — всего 16,5%, почв с содержанием гумуса 1,0—0,8% — соответственно 61,5 и 56,3% (8981 и 2472 га). Почв с более низким содержанием гумуса (0,8—0,6%) в колхозе им. Амангельды было больше (26,7%), чем в совхозе «Пахтаарал» (13,5%).

Большая разница между двумя хозяйствами отмечена и по засолению почвы. Сильно засоленных почв в совхозе «Пахтаарал» было всего 0,4%, а в колхозе им. Амангельды — 22,8%, среднезасоленных — соответственно 10,7 и 65,4%, слабозасоленных 63,1 и 11,8%, незасоленных почв в совхозе 25,8% (3439 га), в колхозе таких земель не оказалось.

В зависимости от содержания в почве гумуса и степени засоления меняется количество фосфатов, растворимых в 1%-ной углекислотной вытяжке (табл. 57).

Нами установлено, что в совхозе «Пахтаарал» почв с содержанием в пахотном слое почвы более 60 мг/кг фосфатов было

Таблица 56

Содержание фосфатов в почве в зависимости от севооборотного поля

Поле севооборота	Вся обследованная площадь, га	С содержанием фосфатов, мг/кг					
		>60		60-30		<30	
		га	%	га	%	га	%
Травы 1-го года	1178	56	4,7	492	41,8	630	53,5
2-го года	1706	50	2,9	617	36,2	1039	60,9
3-го года	182	—	—	78	42,7	104	57,3
Хлопчатник 1-го года	1264	43	3,4	632	50,0	589	46,6
2-го года	926	17	1,9	537	57,9	372	40,2
3-го года	1413	79	5,6	958	67,8	376	26,6
4-го года	713	18	2,5	331	46,3	364	51,2

Таблица 57

Содержание фосфатов в пахотном слое почвы

Отделение	Вся обследованная площадь, га	С содержанием фосфатов, мг/кг					
		>60		60-30		<30	
		га	%	га	%	га	%
Им. Дзержинского	1293	58	4,6	839	64,8	396	30,6
Им. Коминтерна	1596	196	12,2	1128	70,7	272	17,1
Им. Ильича	1762	12	0,7	699	39,7	1051	59,6
Им. XXII партсъезда	1564	7	0,4	659	42,2	898	57,4
Им. Первого Мая	1559	18	1,2	703	45,1	838	53,7
Им. Октябрьской революции	1215	—	—	632	52,1	583	47,9
Всего по совхозу «Пахтаарал»	8989	291	3,3	4660	51,8	4038	44,9
Им. Амангельды	573	—	—	376	65,5	197	34,5
«Ленин жолы»	479	12	2,5	219	45,7	248	51,8
Им. Маяковского	576	—	—	165	28,6	411	71,4
Им. Джамбула	548	—	—	—	—	548	100,0
«Жаңадала»	296	—	—	—	—	296	100,0
Всего по колхозу им. Амангельды	2472	12	0,5	760	30,7	1700	68,8

3,3%, в колхозе им. Амангельды 0,5%, с 60—30 мг/кг P_2O_5 — соответственно 51,8 и 30,7%, земель, малообеспеченных фосфатами (менее 30 мг/кг), — 44,9 и 68,8%.

В колхозе им. Амангельды на участках им. Джамбула и «Жаңадала» вся площадь относится к последней группе по обеспе-

ченности фосфатами, т. е. земель с содержанием P_2O_5 более 30 мг/кг нет. Практика совхоза «Пахтаарал» показывает, что при ежегодном внесении сравнительно высоких норм фосфорных удобрений (120—130 кг/га и более) и регулировании этих норм по полям севооборота содержание усвояемых фосфатов можно поддерживать на определенном уровне во все годы возделывания хлопчатника.

Чтобы правильно установить оптимальные дозы фосфорных удобрений и повысить их эффективность, следует руководствоваться агрохимическими картограммами по содержанию P_2O_5 в поч-

Таблица 58

Содержание P_2O_5 в пахотном слое в хозяйствах Голодной степи

Район	Обследовано хозяйств	Вся обследованная площадь, га	В том числе площадь (N) с содержанием P_2O_5 , кг/га			
			до 30	31-45	46-60	свыше 60
Джизакский	9	14 243	91,9	3,8	1,5	2,8
Гулистанский	16	29 645	69,9	18,3	7,9	3,9
Баяутский	5	12 212	64,0	25,5	8,1	2,4
Сырдарьинский	12	17 855	71,8	13,9	6,9	7,4
Янгйерский	1	1250	95,4	4,6	—	—
Джетысайский	2	5939	50,4	47,3	1,7	0,6
Кировский	3	14 626	50,0	35,8	10,1	4,1
Пахтааральский	4	18 543	55,6	26,2	16,5	1,7
По зоне	52	114 313	66,7	21,4	8,3	3,6

ве каждого севооборотного поля и поливного участка. В методических указаниях по распределению и составлению плана применения минеральных удобрений говорится, что годовые нормы минеральных удобрений необходимо корректировать с учетом фактического содержания в почвах фосфора. Например, при содержании в почве 16—30 мг/кг P_2O_5 применяется рекомендуемая норма фосфорных удобрений, при содержании до 15 мг/кг доза повышается на 25%, при 31—45 мг/кг уменьшается. Обеспеченность почв Голодной степи подвижными фосфатами неодинакова. Существенные различия отмечаются не только в разрезе целых районов, но и в пределах отдельных хозяйств и даже севооборотных полей. Следовательно, необходимо использование агрохимических картограмм в целях дифференцированного применения удобрений.

По результатам почвенного обследования, проведенного Пахтааральской зональной агрохимлабораторией (ЗАЛ), установлено, что удельный вес слабообеспеченных почв в среднем по Голодной степи составил 66,7%, в Джизакском и Янгйерском районах — 91,9 и 95,4% (табл. 58). Земли с содержанием фосфатов 30—45 мг/кг по зоне 21,4%, в Кировском и Джетысайском

Вынос фосфора хлопчатником (данные Г. Г. Бабиковой)

Номер варианта	Головая норма, кг/га			Вес сухой массы, г			Содержание фосфора, %				Вынос 1 растением, мг				Вынос с 1 га, кг		Вынос 1 т хлопка кг	
	N	P	K	листья	стебли	створки	сырец	листья	стебли	створки	сырец	листья	стебли	створки	сырец	всего		
1	Контроль			30,4	20,4	18,4	50,4	0,250	0,125	0,270	0,600	76,0	25,5	49,7	302,4	453,6	33,1	14,1
2	100	0	0	31,4	22,0	20,0	55,0	0,270	0,130	0,290	0,650	84,8	28,6	58,0	357,5	528,5	37,5	12,9
3	100	100	0	32,0	21,0	19,3	60,0	0,300	0,150	0,330	0,700	96,0	31,5	63,7	420,0	611,2	42,8	13,8
4	100	50	50	33,6	21,8	18,0	60,5	0,310	0,165	0,333	0,700	104,2	35,9	59,9	423,0	623,0	44,0	14,2
8	200	200	0	34,8	20,0	19,7	67,8	0,340	0,200	0,400	0,820	118,2	40,0	78,8	556,0	793,1	55,6	16,5
10	200	200	100	35,9	21,9	20,9	66,7	0,400	0,210	0,410	0,900	143,6	46,0	85,7	600,0	875,3	61,7	17,4
12	300	250	0	37,5	22,0	22,1	66,0	0,410	0,230	0,450	0,930	153,7	50,6	99,4	613,8	917,5	64,4	17,8

районах 35,8 и 47,3%. Обеспеченных почв (45—60 мг/кг P_2O_5) в среднем по зоне 8,3%, почв с содержанием более 60 мг/кг — всего 3,6%.

Следовательно, внесение фосфорных удобрений с учетом не только урожая хлопка-сырца, но и фактического содержания фосфорной кислоты на каждом конкретном участке может служить важным резервом повышения эффективности фосфорных удобрений в результате перераспределения удобрений в соответствии с картограммами.

При использовании фосфорных удобрений необходимо учитывать содержание фосфатов не только в почве, но и в растениях. Это позволяет определить размеры выноса фосфора растениями из почвы в пересчете на гектар посевов и образование единицы урожая хлопка-сырца.

Г. Г. Бабиковой установлено, что на 1 т хлопка-сырца расходуется в пределах 12,9—17,8 кг P_2O_5 , а выносятся из почвы ежегодно от 33,1 в варианте без удобрений до 64,4 кг/га в удобряемых вариантах (табл. 59). Выявлено также, что содержание фосфора в растениях и вынос его с гектара посевов возрастает с повышением норм минеральных удобрений.

Коэффициент использования фосфора при годовой дозе 100 кг/га в зависимости от соотношения с азотом составляет 34,2—44,0%, при дозе 200 кг/га — 16,4—30,8, при 250 кг/га — 16,6—25,4%.

Новоосвоенные земли Голодной степи существенно отличаются от светлых сероземов ста-

роорошаемой зоны, поэтому система применения удобрений в зоне старого орошения не может быть целиком перенесена на слабо-окультуренные новые земли.

Весьма ценные материалы по запасам питательных веществ в почве на различно окультуренных светлых сероземах Голодной степи получены К. Б. Саакином (1966). Объектом исследований были:

Светлый серозем—целина*

Орошаемый светлый серозем 8-летнего освоения (хлопчатник 5-го года)

Орошаемый светлый серозем 30-летнего освоения (хлопчатник 5-го года)

Джетысайский массив, „Заветы Ильича“

Ильиченский район, колхоз им. Кирова, бр. № 1

Совхоз „Пахтаараа“, отделение им. Коминтерна, карта 2, отвод 52

* Все типы сероземов на лёссовидных отложениях.

Влияние окультуривания почв на содержание гумуса, валового фосфора, а также на более растворимые формы фосфора довольно четко прослеживается в табл. 60.

Таблица 60

Влияние давности освоения на содержание в почве гумуса и форм фосфора (данные К. Б. Саакина, 1966 г.)

Почва	Горизонт, см	Объемный вес, г/см ³	Гумус, %	Валовой фосфор, %	Запасы, т/га		P_2O_5 углеаммонийная, мг/кг	P_2O_5 углекислая, мг/кг
					гумуса	фосфора		
Целина	0—16	1,20	1,19	0,146	20,84	2,80	21	75
	16—32	1,21	0,56	0,132	10,84	2,34	14	52
	32—58	1,28	0,35	0,130	7,15	2,65	Сд.	49
	0—58	—	—	—	38,83	7,79	—	—
8 лет освоения	0—16	1,31	0,84	0,151	17,60	3,15	43	88
	16—32	1,35	0,90	0,165	19,35	3,37	38	86
	32—58	1,32	0,37	0,141	7,81	2,97	—	71
	0—58	—	—	—	44,77	9,49	—	—
30 лет освоения	0—16	1,32	1,18	0,209	24,92	4,41	58	147
	16—32	1,39	1,09	0,194	24,24	4,31	68	150
	32—58	1,36	0,69	0,168	15,36	3,74	17	65
	0—58	—	—	—	64,52	12,46	—	—

Приведенный экспериментальный материал свидетельствует о сохранении в почве подвижных форм фосфатов и их накоплении за счет, главным образом, деятельности биологических агентов в сероземах и вносимых удобрений.

К. Б. Саакян обращает внимание на то, что при оценке эффективности вносимых фосфорных удобрений нельзя ограничиваться лишь содержанием в почве подвижных фосфатов. С окуль-

туриванием почв наблюдается некоторое накопление органических форм фосфора, хотя оно идет значительно медленнее, чем накопление минеральных фосфатов. По его данным, содержание органической P_2O_5 в гумусе верхнего слоя целины равно 0,88%, при 8-летней давности освоения — 1,06 и 30-летней — 1,11%.

Эффективность только азотных удобрений на целине, в отличие от почв давнего орошения, ослабевает, а фосфорных не проявляется. Это обусловлено резким нарушением соотношения азота и фосфора в питательной среде при чрезвычайно малом содержании усвояемых форм того или другого элемента в целинных почвах.

По данным П. В. Протасова, Н. Халмуратова (1969), на новых землях Каршинской степи эффективность минеральных удобрений возрастала по мере увеличения давности освоения целинных земель. В первые годы эффективной нормой оказалось 100 кг/га азота и фосфора, в последующие 150—200 кг/га. Прибавка от 100 кг/га P_2O_5 составила 1,7—1,8, от 200 кг/га азота и фосфора — 4,0 ц/га.

В период с 1961 по 1963 г. Э. И. Чекменева (1964) ставила вегетационные опыты с почвами разной давности освоения.

Почву брали в совхозе «Махталы» (отд. 2 — целина, растительность — пустынная осока, астрагалы, мятлик; там же — почва 4-го года освоения); в совхозе им. XX партсъезда (отд. 5 — почва 10-го года освоения, подверженная засолению); в совхозе «Пахтаарал» (отвод 6, карта 5 — почва давнего освоения, окультуренная, 5-й год после распахивания трав, 5-я ротация севооборота).

На перечисленных почвенных разностях изучали роль азота (4 г/сосуд) и совместное внесение азота и фосфора (4+3 г/сосуд). Контролем служил вариант без удобрения.

В горизонте 0—30 см роль азота возрастает от целинной к почвам давнего освоения. Совместное внесение азота и фосфора особенно эффективно на целине, на почвах давнего освоения из-за позднейшего ранее внесенных удобрений значение фосфора снижается. Совместное внесение азота и фосфора в почву с горизонта 30—50 см повысило урожай до уровня, близкого к урожаю слоя 0—30 см.

Глубокое изучение изменений химических и некоторых физических свойств, происходящих в результате освоения и орошения целинных земель Голодной степи, провел И. Д. Дергунов (1959). Большой интерес представляют данные об изменении режима фосфора под влиянием давности орошения и удобрений. Содержание валового фосфора в его опытах колебалось в пределах 0,129—1,178%, причем наибольшим было в верхних горизонтах. В полуметровом слое почвы 30-летней давности орошения валового фосфора больше, чем в почве 6-летней давности освоения и целине. Глубже различий почти нет. Динамика усвояемых фосфатов приведена в табл. 61. Наименьшее их количество отмече-

но весной и осенью на почвах давнего орошения, наименьшее — на целине.

Органические вещества в виде корней люцерны повышают содержание фосфатов в почве незначительно, а минеральные удобрения и совместное внесение минеральных и органических существенно влияет на количество P_2O_5 на всех почвенных разностях.

По данным на 20 июня, минеральные удобрения (NPK) увели-

Таблица 61

Динамика содержания фосфатов в почве в зависимости от давности освоения и удобрённости

Почва	Внесено минеральных удобрений и корней люцерны, г/сосуд				P_2O_5 в 1%-ной углекислотной вытяжке, мг/кг	
	корней	N	P	K	20.VI	17.IX
Целина	0	0	0	0	7,9	5,8
	0	5	4	2	81,0	46,0
	200	0	0	0	12,7	10,4
	200	5	4	2	88,0	72,3
6 лет освоения	0	0	0	0	30,0	18,4
	0	5	4	2	93,0	48,6
	200	0	0	0	45,5	34,3
	200	5	4	2	98,8	80,7
30 лет освоения	0	0	0	0	68,0	42,5
	0	5	4	2	120,0	73,2
	200	0	0	0	72,5	43,8
	200	5	4	2	128,4	89,4

чили количество фосфатов на почвах 30-летнего освоения в 3 раза, на целине в 10 раз. Аналогичные результаты получены в осенний срок определения (17 сентября).

Давность орошения существенно влияет и на другие формы фосфора в почве (табл. 62).

Первая и вторая группы, а также в целом минеральные фосфаты увеличиваются с давностью орошения, труднорастворимых форм фосфора больше на целине.

В вегетационном опыте И. Д. Дергунова (1959) установлена высокая отзывчивость азота и фосфора во всех категориях почв. Особенно значительное влияние NP и их совместного внесения на урожай проявляется на целинных новоосвоенных почвах.

Таким образом, опыты в Голодной степи выявляют высокую отзывчивость новоосвоенных земель на совместное внесение азота и фосфора. Эффективность фосфора на фоне азота на целинных почвах выше, чем на староорошаемых, сравнительно богатых азотом и фосфором.

Роль минеральных удобрений на новых землях, помимо обеспечения растений пищей, заключается в активизации биологической деятельности, без которой невозможно вовлечение в биологический кругооборот валовых запасов питательных веществ, в

частности перевод труднорастворимых форм в доступные для растений формы фосфора.

Орошение, внесение удобрений и комплекс других мероприятий, проводимых при возделывании сельскохозяйственных культур,

Таблица 62

Содержание фосфорной кислоты в светлых сероземах различной давности орошения, мг на 100 г почвы (данные И. Д. Дергунова, 1959)

Номер разреза	Глубина, см	Группы фосфора по Ф. В. Чирикову					
		I углекислая вытяжка	II уксусно- кислая вытяжка	III соляно- кислая вытяжка	IV аммиачная вытяжка	V фосфаты нераствори- мые в ука- занных растворах	минераль- ные фос- фаты
Целина							
8	0—11	3,95	103,70	17,55	8,50	10,30	135,50
	11—22	3,05	93,21	20,32	8,44	16,98	133,56
	22—38	3,00	75,02	22,12	7,21	21,65	121,79
	38—52	2,64	73,50	21,95	5,81	27,10	125,19
6 лет освоения							
9	0—27	11,35	103,50	17,07	4,79	9,29	146,21
	27—43	4,25	102,30	16,38	3,35	16,82	139,75
	43—60	4,65	87,40	20,25	5,26	13,44	125,74
30 лет освоения							
2	0—27	15,00	132,20	15,69	5,19	9,98	172,81
	27—42	12,80	111,30	14,71	4,65	19,54	158,35
	42—68	5,00	100,30	14,95	5,85	14,90	128,15

на целинных и новоосвоенных землях, ведет к неуклонному повышению плодородия этих почв.

На новоосваиваемых целинных землях, бедных запасами питательных веществ, следует применять более повышенные дозы азота и фосфора на образование каждой тонны хлопка-сырца, нежели в зоне старого орошения.

СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОДВЕРЖЕННЫХ ЗАСОЛЕНИЮ ПОЧВАХ

В системе применения минеральных удобрений под хлопчатник, в повышении их эффективности важную роль играют сроки и способы внесения.

Многолетние исследования СоюзНИХИ, проведенные в строго контролируемых условиях вегетационных и полевых опытов, показали, что сроки внесения удобрений влияют на интенсивность физиолого-биохимических процессов и фотосинтетическую активность растительных тканей хлопчатника.

Хорошее развитие и высокий урожай могут быть достигнуты при правильном обеспечении хлопчатника питательными веществами на всем протяжении вегетации. Это можно осуществить только с учетом целого ряда факторов и прежде всего биологической потребности хлопчатника в питательных веществах, почвенного плодородия и характера превращения вносимых в почву удобрений в увязке со всем комплексом агротехнических мероприятий.

В последние три-четыре десятилетия вопрос о сроках и способах внесения фосфорных удобрений под хлопчатник разработан довольно подробно во всех хлопкосеющих республиках. Тем не менее в рекомендациях существуют различия в сроках и способах заделки их, что вполне закономерно, так как на поведение фосфатов в почве большое влияние оказывают тип почвы, насыщенность ее основаниями, характер засоления, уровень грунтовых вод, степень закрепления растворимых фосфатов различными по окультуренности почвами и т. д. Разработка совершенной техники для внесения удобрений, улучшение качества производимых минеральных удобрений, повышение агротехники хлопчатника и культуры земледелия в целом в свою очередь влияют на определение сроков и способов внесения фосфорных удобрений.

В справочнике по применению удобрений под хлопчатник в Средней Азии Д. В. Харьков и Д. А. Сабинин (1932) писали о способах и сроках внесения минеральных удобрений: «Данные совхоза «Пахтаарал» и Голодностепской опытной станции показали, что заменяя плужную заделку заделкой под дисковую борону, мы теряем не менее 50% прибавки». Заделка удобрений под основную пахоту в «Пахтаарале» увеличила урожай при дозе 45 кг/га NP на 3,8 ц/га (22,2%), при дозе 90 кг/га NP — на 7,5 ц/га (43,9%), при внесении этих удобрений после пахоты под дискование прибавка значительно ниже — 1,8 и 4,8 ц/га. На Голодностепской опытной станции при основной заделке удобрений прибавка равнялась 3,2 ц/га (29%), при внесении после пахоты — 1,6 (14%). Следовательно, эффективность удобрений возрастает с глубиной заделки.

Е. В. Бобко в 1935 г. отмечал, что при мелкой заделке удобрений могут оказаться выше корнеобитаемого слоя в пересушенных верхних горизонтах почвы, при слишком глубоком внесении могут быть использованы с запозданием.

В. А. Сердюков в 1935 г. указывал, что для наиболее эффективного использования удобрений в качестве неперемного условия требуется влага, без которой фосфор на глубине до 8 см плохо используется. В связи с этим он заключает, что поверхностный метод внесения удобрений с последующей заделкой бороной надо признать недостаточно эффективным.

Во многих случаях для ускорения развития растений целесообразно комбинировать глубокую заделку удобрений с местным рядовым внесением небольшого их количества, когда в верхних слоях влаги достаточно. Говоря о поглощении фосфатов почвами,

Ф. В. Турчин указывал, что фосфаты, внесенные в насыщенную основаниями почву, сравнительно долгое время остаются в доступной для растений форме, и только небольшая часть их закрепляется в почве. Суперфосфат, внесенный мелко, может быть позиционно малодоступным из-за малой подвижности. Н. С. Авдонин (1958) также высказывался за глубокое внесение фосфорных удобрений. А. Т. Пономарева (1970) наиболее надежным способом считает внесение фосфорных удобрений под основную вспашку. Это дает возможность сократить напряженность весенних работ и своевременно провести сев. Припосевное внесение части фосфорных удобрений она рекомендует под все культуры на всех почвах Казахстана.

Наиболее подробно вопрос о способах внесения минеральных удобрений с учетом данных опытов, проведенных СоюзНИХИ с 1938 по 1952 г., был освещен Б. П. Мачигиным. Он отмечает высокую эффективность двухслойного внесения, когда основная часть фосфорных удобрений вносится под плуг с предплужником, а часть при посеве. Преимущество такого способа установлено в 12 опытах из 15, при этом средняя прибавка урожая хлопка-сырца составила 3,3 ц/га.

В. А. Писемская (1957), обобщая результаты опытов в АзНИХИ за 1926—1953 гг., отмечает, что с увеличением глубины заделки удобрений и числа поливов эффективность их повышается.

Г. А. Дюжев для условий Туркмении, Н. Г. Корнева для Киргизии, Х. О. Гюльахмедов для Азербайджана, У. Рахматжанов для Таджикистана также установили положительную роль припосевного внесения фосфорных удобрений под хлопчатник.

В рекомендациях, принятых на совещании по вопросам применения минеральных удобрений в хлопководстве в январе 1967 г. в г. Душанбе, в агроправилах, утвержденных Министерством сельского хозяйства УзССР, в выступлениях Н. М. Маннанова, Ф. Ф. Лысенко, В. П. Бакулина и др. рекомендуется основную часть от годовой дозы (60—70%) вносить под зяблевую вспашку на большую глубину. Однако на засоленных почвах, где проводятся промывки грузными нормами, отдельные исследователи считают целесообразным внесение фосфорных удобрений после промывок, т. е. после пахоты (Рождественский, 1964; Сатбагамбетов, 1965; Сабитова, 1969; и др.).

В рекомендации по применению местных, минеральных и бактериальных удобрений под хлопчатник и другие культуры в колхозах и совхозах Узбекской ССР, выпущенной МСХ УзССР (1961), записано: «На засоленных землях, где проводится два и больше промывных полива, минеральные удобрения вносят в тех же дозах, но после промывок — под зяблевую, ранневесеннюю вспашку или в период предпосевной обработки. Удобрения следует вносить рядовым способом с помощью культиватора-удобрителя с заделкой на глубину 12—15 см и более ножевидными сошниками, с междурядиями 25—30 см».

Очевидно, потери фосфора при промывках связаны с механическим составом почвы, реакцией pH, типом засоления, нормами промывных вод и т. д. Так, в условиях засоленных почв Хорезмской области проводится до 5 и более поливов, причем водопроницаемость почвы настолько велика, что промывки можно проводить в марте — апреле, в период сева. Аналогичные результаты получены в Бухарской области, Каракалпакской АССР и других областях.

И. К. Киселева установила, что почвы Голодной степи отличаются от почв Хорезмской, Бухарской и Ферганской областей механическим сложением.

Почвы Голодной степи имеют очень низкую водопроницаемость — 0,12—0,33 мм/мин (Зиминая, 1961), поэтому здесь проводится, как правило, одна промывка поливной нормой 1,5—2,5 тыс. м³/га (Беспалов, 1970).

З. Х. Сабитова (1969) в вегетационном опыте установила, что наибольшей поглотительной способностью по отношению к фосфат-иону обладают почвы, насыщенные солями натрия, наименьшей — карбонатного и сульфатно-магниевого засоления.

Нужно полагать, что в полевых условиях под влиянием увлажнения атмосферными осадками (сумма осадков в средней части Голодной степи колеблется в пределах 241—275 мм), выпадающими в основном в зимне-весенний период, различия в закреплении фосфатов между промытыми и непромытыми почвами сглаживаются. Учитывая, что дифосфаты и трифосфаты доступны для хлопчатника, можно не опасаться закрепления фосфора от промывок в светлых сероземах Голодной степи. Разумеется, закрепление P₂O₅ почвой возрастает при осеннем внесении фосфорных удобрений в сравнении с предпосевным. Тем не менее результаты исследований на Пахтааральской опытной станции свидетельствуют о том, что до 64% внесенного фосфора в течение 100 дней остается вполне доступным для растений, 48—60% через 200 дней. О сравнительно слабом закреплении фосфора в почве говорят и результаты специальных исследований, проведенных в лабораторных условиях А. Н. Маннановой в 1970 г.

В совхозе «Пахтаарал», получающем высокие урожаи хлопка-сырца с высокой оплатой туков, 70% годовой нормы фосфора вносят под вспашку — до промывки; перед предпосевной обработкой под чизель вносят 30—35 кг/га азота и 20—25 кг/га фосфора, одновременно с севом — соответственно 18—20 и 20 кг/га, оставшееся количество азота — в две подкормки (Спицин, 1972).

До промывки почвы основную часть фосфора вносят и в совхозе «Малик» Сырдарьинского района, колхозах им. Абая, «Алгабас» Пахтааральского и в других хозяйствах Голодной степи, где ежегодно получают более 35—40 ц/га хлопка-сырца при годовых дозах фосфора 120—150 и азота 200—230 кг/га.

Агрохимические исследования почвы в наших полевых опытах показали, что промывка земель улучшает условия развития кор-

невой системы и всего растения, усиливает деятельность микроорганизмов и не ухудшает фосфатный режим в сравнении с промытыми почвами.

Почти все хозяйства Голодной степи практикуют внесение большей части фосфорных туков под основную пахоту до промывок. Необходимость этого приема диктуется и тем, что фосфорные удобрения в хозяйства поступают в течение всего года. Так, под урожай 1970 г. в среднем по области из 107 030 т фосфорных туков поступило в I квартале 1969 г. 10 076 т (9,4%), во II — 29 211 (27,3%), в III — 7 158 (6,7%), в IV — 60 585 т, или больше половины (56,6%). Аналогичная картина поступления фосфорных удобрений отмечалась в хлопкосеющих хозяйствах Голодной степи в 1975—1976 гг.

В отдельные годы с большим количеством осадков весной хозяйства вынуждены откачивать воду с полей насосами или прорывать канавки для отвода воды в дрена, или подключать скважины вертикального дренажа с осени до самой посевной. Время с момента созревания поверхностного слоя почвы весной до сева на участках, промытых с осени, очень ограничено для внесения фосфорных туков культиваторами-удобрителями и чизелями КРХ незадолго до сева. Нужно также отметить, что на промытых участках, особенно на слабокультуренной старопашке, почва значительно уплотняется, и заглублять рабочие органы чизеля или других почвообрабатывающих орудий на большую глубину невозможно. Обычно глубину предпосевной обработки на промытых участках приходится ограничивать 10—12 см, т. е. слоем зрелой почвы.

Кроме того, глубокое рыхление непосредственно перед севом не рекомендуется из-за возможного иссушения верхнего слоя, просадки почвы после сева, а также необходимости для семян хлопчатника твердого ложа для подпитывания влагой.

Перечисленные обстоятельства не отрицают прогрессивных и высокоэффективных приемов локального внесения фосфорных удобрений перед севом и одновременно с севом хлопчатника. Они обосновывают необходимость внесения фосфорных удобрений в условиях промываемых почв Голодной степи под основную вспашку в сочетании с более мелкой заделкой минеральных туков перед и одновременно с севом.

На обеспеченных фосфатами почвах, где годовая норма не должна превышать 60—90 кг/га, можно ограничиться внесением фосфорных туков под чизелевание, на высокообеспеченных — 30—40 кг/га P_2O_5 — сбоку ряда одновременно с севом.

Таким образом, на основных массивах промываемых земель в обычные по сумме осадков годы глубокая заделка всей годовой нормы фосфорных удобрений в весенний период невозможна.

О целесообразности внесения основной части фосфорных удобрений под зябь до промывок свидетельствуют результаты наших исследований на Пахтааральской опытной станции и дру-

гих опытов в Голодной степи (табл. 63). Рост растений на азотном фоне выше, чем в вариантах с дополнительным внесением суперфосфата, особенно в первый год по распахке люцерников.

Таблица 63

Рост, развитие и урожайность хлопчатника в зависимости от сроков внесения суперфосфата

Номер варианта	Вариант опыта	Год	Высота растения на 1.VIII, см	Число коробочек на 1.IX	Вес 1 коробочки 1-го сбора, г	Общий урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Срок наступления	
								50% цветения	50% созревания
1	Фон (130 кг/га N—контроль)	1964	86,7	9,2	7,4	36,4	—	25.VII	14.IX
		1965	89,8	14,3	7,3	28,8	—	11.VII	13.IX
		1966	77,9	9,1	7,3	33,8	—	11.VII	6.IX
2	Фон + 130 кг/га P_2O_5 под вспашку	1964	82,0	9,8	7,5	38,5	2,1	26.VII	14.IX
		1965	88,2	15,2	7,3	29,9	1,1	10.VII	11.IX
		1966	71,9	8,7	7,9	35,0	1,2	11.VII	4.IX
3	Фон + 130 кг/га P_2O_5 (под вспашку 60%, перед севом 40%)	1964	82,3	10,4	7,5	39,0	2,9	26.VII	12.IX
		1965	87,0	15,2	7,3	32,7	3,9	10.VII	13.IX
		1966	74,6	9,8	7,5	33,3	—0,5	13.VII	5.IX
4	Фон + 130 кг/га P_2O_5 (под вспашку 60%, в цветение 40%)	1964	85,0	10,4	7,5	37,5	1,1	27.VII	12.IX
		1965	92,8	14,4	7,4	31,1	2,3	11.VII	13.IX
		1966	77,3	10,1	7,4	33,9	0,1	12.VII	4.IX
5	Фон + 130 кг/га P_2O_5 (перед севом 40%, в вегетацию 60%)	1964	80,9	10,8	7,5	37,9	1,5	26.VII	10.IX
		1965	78,9	14,7	7,2	29,6	0,8	11.VII	12.IX
		1966	73,0	8,7	7,1	34,7	0,9	12.VII	2.IX

Примечание. Сев 12.V 1964 г., 14.IV 1965 г. и 14.IV 1966 г.
По Б. А. Доспехову: 1964 г. 1965 г. 1966 г.
m (ц/га) ±1,73 ±1,11 ±1,02
P (%) 4,9 3,6 3,2

В вар. 5 с внесением всей годовой дозы фосфора в весенний и летний сроки в большинстве случаев отмечается меньший рост в сравнении с другими вариантами.

Наименьшее количество коробочек в среднем за 3 года накопилось на азотном фоне. На делянках с внесением фосфора по фону азота в большинстве случаев меньшее накопление коробочек отмечено в вар. 5. Остальные варианты занимали промежуточное положение, хотя в отдельные годы различались между собой.

В целом за 3 года растения на азотном фоне имели наиболее продолжительный вегетационный период, в вар. 5 — наиболее короткий, в вар. 2, 3 и 4 фаза 50% цветения и созревания наступила в промежуточные между вар. 1 и 5 сроки.

В 1964 г. урожай в контроле оказался наименьшим — 36,4 ц/га. Добавка к азоту фосфорных удобрений повысила урожай на 1,1—2,9 ц/га. Наименьшая прибавка (+1,1 ц/га) по отношению к фону в вар. 4 (60% годовой нормы суперфосфата под зябь и 40%

в цветение), наибольшая (+2,9 ц/га) — в вар. 3 (60% годовой нормы фосфора под зябь и 40% под предпосевную обработку).

В 1965 г. в контроле урожай хлопка-сырца составил 28,8 ц/га. Добавка к азоту фосфора (130 кг/га) повысила урожай на 0,8—3,9 ц/га. Максимальная прибавка (+3,9 ц/га), как и в первом году, получена в вар. 3, минимальная — в вар. 5.

В третьем году опыта разница в урожае между вариантами лежит в пределах ошибки опыта, что, возможно, обусловлено ежегодным внесением повышенных доз фосфора (130 кг/га P_2O_5 при соотношении с азотом 1:1). Урожай составил 33,3—35,0 ц/га. Несколько больший вес коробочек, особенно в 1966 г., получен в вар. 2, 3 и 4.

Средняя урожайность за три года на азотном фоне равна 33,0 ц/га. Внесение всей нормы суперфосфата под вспашку обеспечило прибавку 1,5 ц/га (вар. 2), 60% годовой дозы под вспашку и 40% перед севом — 2,1 ц/га (вар. 3), 60% P_2O_5 под зябь и 40% в цветение — 1,2 ц/га (вар. 4), 40% перед севом и 60% в две подкормки — всего на 1,1 ц/га (вар. 5). Причинами снижения прибавок в вар. 4 и 5, видимо, являются мелкая заделка минеральных туков и снижение коэффициента использования суперфосфата.

Таким образом, внесение суперфосфата под основную вспашку не ведет к заметным потерям подвижной фосфорной кислоты под влиянием промывок.

Внесение суперфосфата под вспашку обеспечивает глубокую заделку удобрений и обогащение нижнего корнеобитаемого слоя почвы усвояемыми формами фосфорной кислоты, а это, в свою очередь, определяет хорошее снабжение растений в период цветения — плодообразования.

При внесении P_2O_5 после вспашки достаточная глубина заделки удобрений не достигается, значительная часть усвояемой фосфорной кислоты остается в верхнем 10 см слое. Это снижает эффективность суперфосфата, хотя в первый период развития растений не замедляется.

Целесообразность внесения суперфосфата под зяблевую вспашку по фону первого года освоения целины Голодной степи установили в 1964 г. Г. П. Першин и П. Х. Кадырходжаев. В их опыте прибавка от фосфорных удобрений при внесении под пахоту составила 5,8, под дискование 2,7 ц/га при урожае в контроле 37,6 ц/га. Сравнительно слабая эффективность фосфорных удобрений под дискование объясняется их малой позиционной доступностью для растений.

Агрохимические исследования показали, что фосфор, внесенный под дискование, на протяжении всего периода вегетации располагается преимущественно в поверхностном 10 см слое, где корней почти нет. При внесении же под зябь подвижные формы фосфора распределяются в пахотном слое более равномерно. Для обеспечения же хлопчатника фосфором в молодом возрасте доста-

точно внести небольшую часть фосфорных удобрений одновременно с севом.

В Голодной степи в совхозе «Малик» Г. К. Кондратьева (1964) на фоне основного внесения фосфора изучала влияние предпосевного внесения удобрений (по 33 кг/га N и P_2O_5) при заделке различными орудиями. Опыт ставился в следующих вариантах:

1-й — заделка удобрений бороной «зиг-заг»;

2-й — то же дисковой бороной;

3-й — то же чизелем;

4-й — то же культиватором-удобрителем.

Вариант с внесением удобрений культиватором-удобрителем оказался наилучшим, что свидетельствует о высокой эффективности локального внесения минеральных удобрений перед севом. Заделка удобрений на промытых почвах чизелем и дисковыми боронами оказалась более эффективной, чем боронами «зиг-заг».

На Пахтааральской опытной станции М. П. Юматов по фону 5-го года возделывания хлопчатника после распахки люцерны изучал сроки внесения минеральных удобрений при годовой дозе азота и фосфора 200 кг/га.

Наибольшие вес коробочки (4,6 г) и урожай хлопка-сырца (43,5 ц/га) получены при внесении фосфора под зяблевую пахоту. Внесение всей и 50% годовой нормы P_2O_5 весной под обработку оказалось более эффективным (42,9—43,3 ц/га), чем 75 и 100% в вегетацию (38,4—41,7 ц/га).

По пласту и обороту пласта, а также в 4-й год возделывания хлопчатника в севообороте И. М. Попова изучала эффективность доз, сроков внесения суперфосфата и влияние органических добавок.

Прием грануляции суперфосфата с перегноем из расчета 1:5 оказался высокоэффективным (прибавка 2,0—4,5 ц/га). Внесение части фосфора (15 кг/га) одновременно с севом по пласту и старопашке увеличило урожай на 1,0—2,2 ц/га по сравнению со всей годовой нормой под зябь.

Эффективность внесения фосфора одновременно с севом в полях севооборота и при монокультуре изучалась нами в 1966—1969 гг. Условия опыта подробно описаны в главе II. Здесь мы ограничимся сравнением трех вариантов по развитию и урожайности:

1-й — азотный фон — N 150 кг/га;

3-й — фон + 30 кг/га P_2O_5 с севом;

4-й — фон + 100 кг/га P_2O_5 (70% под пахоту + 30% перед севом).

В многолетнем полевом опыте по фону севооборота и монокультуре наибольшая эффективность достигнута при годовой норме фосфора 100 кг/га, внесенной в 2 срока (70% под зябь и 30% перед севом под чизель). Прибавка урожая по фону севооборота составила 4,2 и по старопашке 4,5 ц/га в сравнении с азотным

фоном. В этом опыте при содержании подвижных фосфатов 45—60 мг/кг P_2O_5 внесение 30 кг/га P_2O_5 одновременно с севом дало прибавку по фону севооборота 3,3, по старопашке 2,2 ц/га. Высота растений, число симподиев, вес коробочек в этом варианте также значительно превышали азотный фон (рис. 9). В совхозе

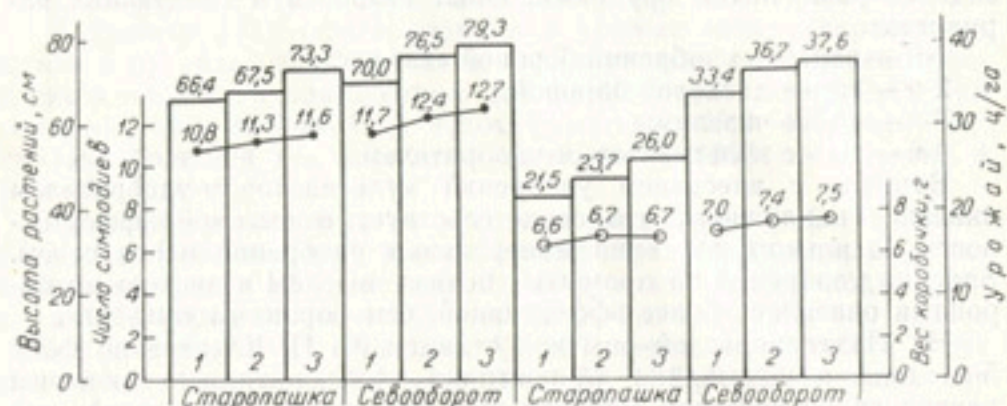


Рис. 9. Влияние доз и сроков внесения суперфосфата на развитие хлопчатника (слева) и урожайность (справа) по вариантам:

1—контроль; 2—N 15; 3—N 15 P 100 (70% под пахоту, 30% перед севом).

«Пахтаарал» основная часть фосфорных удобрений вносится под пахоту на глубину 35—40 см, оставшаяся часть — под чизелевание на 14—16 см или одновременно с севом на 10—12 см.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ ФОРМ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

Одним из способов повышения эффективности фосфорных удобрений является дифференцированное применение той или иной формы фосфатов в зависимости от почвенных условий. Формы фосфорных удобрений должны применяться с учетом сроков внесения минеральных туков. Отечественными заводами химической промышленности освоена технология производства фосфорных удобрений, более доступных для растений, обладающих лучшими физическими свойствами и содержащих в 2—3 раза больше фосфорной кислоты, чем простой суперфосфат.

Широкое изучение разных форм фосфатов в Советском Союзе начато в 1927 г., в республиках Средней Азии — с 1929—1930 гг. В опытах с формами фосфорных удобрений, проводившихся в географической сети НИУИФ до 1933 г., изучались преципитат и фосфорная мука в сравнении с бельгийским двойным суперфосфатом. В 13 опытах того времени двойной суперфосфат и пре-

ципитат оказались равноценными, а в «Пахтаарале» преципитат дал на 0,5 ц/га больше урожай, чем двойной суперфосфат.

Необходимо отметить, что во всех опытах с фосфорными удобрениями того времени в Средней Азии эффективность их была ниже современной и, как следствие этого, незначительной была и разница между изучавшимися фосфатами. Это объясняется тем, что тогда годовая доза азота и фосфора вносилась в один прием весной и удобрения заделывались почти поверхностно. Тем не

Таблица 64

Влияние разных форм фосфорных удобрений на урожайность хлопчатника

Хозяйство	Число опытов	Урожай в контроле, ц/га	Урожай в удобрениях, ц/га	Прибавка		Оплата P_2O_5 хлопком, кг
				ц/га	%	
Диаммофос (90 кг/га)						
Семхоз „Малик“	5	16,15	24,64	8,49	52,6	19,4
Голодностепская опытная станция	6	17,33	27,69	10,35	59,7	21,5
Семхоз „Пахтаарал“	6	25,75	42,25	16,50	64,1	18,3
Преципитат (90 кг/га)						
Семхоз „Малик“	5	16,15	17,88	1,73	10,7	1,9
Голодностепская опытная станция	6	17,33	23,76	6,42	37,1	7,1
Семхоз „Пахтаарал“	6	25,75	33,86	8,11	31,5	9,0
Двойной суперфосфат (90 кг/га)						
Семхоз „Малик“	5	16,15	22,50	6,44	39,9	7,2
Голодностепская опытная станция	6	17,33	24,24	6,90	39,8	7,7
Семхоз „Пахтаарал“	6	25,75	33,63	7,88	30,6	8,8
Фосфорит (270 кг/га)						
Семхоз „Малик“	5	16,15	18,09	1,94	12,0	0,7
Голодностепская опытная станция	6	17,34	24,68	7,34	42,4	2,7
Семхоз „Пахтаарал“	6	25,75	32,83	7,08	27,5	2,6

менее совместное внесение фосфора на фоне азота давало ощутимые прибавки.

Представляют интерес результаты опыта Ф. Е. Колясева (1930) на светлых сероземах Голодной степи (табл. 64) по изучению влияния разных форм фосфорных удобрений на фоне сернокислого аммония (по 90 кг/га). Наибольшие прибавки урожая получены при внесении диаммофоса (8,5—16,5 ц/га), на втором месте стоял двойной суперфосфат, затем преципитат. Фосфорит, несмотря на внесение тройной дозы (270 кг/га), за исключением одного случая (Голодностепская опытная станция), оказался менее

эффективным. Оплата фосфорита была значительно ниже, чем других форм фосфорных удобрений, особенно диамофоса. По степени эффективности в среднем по всей сети опытов формы фосфорных удобрений располагались в аналогичном нисходящем порядке.

Данные Д. В. Харькова и Д. А. Сабинина (1932) по Голодной степи также свидетельствуют о высокой эффективности преципитата в сравнении с суперфосфатом бельгийским как в действии (7,6—8,8 ц/га против 6,0—7,8 в 1929 г.), так и в последствии (1,2—2,2 ц/га против 1,5—1,8 в 1930 г.). Фосфорит в тройной норме (270 кг/га) приближался к одинарной дозе суперфосфата.

В послевоенный период опыты с формами фосфорных удобрений под хлопчатник были возобновлены уже с более широким ассортиментом и на всех разностях сероземных почв.

Большую работу по изучению форм фосфорных удобрений на типичных сероземах проделали Я. И. Чуманов, Н. Н. Зеленин и др. По данным Н. Н. Зеленина (1960, 1964), наиболее эффективны при внесении под вспашку аммонизированный суперфосфат и преципитат, на засоленных почвах Хорезма — двойной суперфосфат, аммофос и преципитат.

Эффективность при основном внесении под хлопчатник. Эффективность разных форм фосфорных удобрений из хибинских апатитов при основном внесении под хлопчатник на Пахтааральской станции изучалась с 1951 по 1954 г. И. М. Поповой в многолетней травосмеси (люцерна + райграс) в севопольном севообороте. До закладки опыта, перед севом трав, под пахоту в 1948 г. было внесено 100 кг/га P_2O_5 . В вегетацию фосфорных подкормок травы не получали.

В первые два года вносили по 40 кг/га P_2O_5 , в третий — 60, в четвертый — 50 кг/га (в сумме за 4 года 190 кг/га). Нормы азотных удобрений колебались от 70 до 120 кг/га в зависимости от севооборотного поля.

Выявлено, что в большинстве случаев на азотном фоне показатели были ниже, чем в вариантах с добавлением фосфорных удобрений (табл. 65).

Наиболее эффективными по влиянию на рост и развитие хлопчатника оказались преципитат, аммофос, затем аммонизированный суперфосфат, наименее эффективными — магниевый плавный фосфат и термофосфат, остальные формы занимали промежуточное положение.

По пласту распаханной травосмеси урожай был высокий: в варианте без фосфорных удобрений 52,3 ц/га, при внесении 40 кг/га P_2O_5 прибавка составляла 1,9—5,1 ц/га в зависимости от форм фосфата.

По обороту пласта прибавки от внесения 40 кг/га P_2O_5 равнялись 1,9—6,0 ц/га при общем снижении урожая по сравнению с пластом.

На 3-й год возделывания хлопчатника в варианте без фосфора отмечено дальнейшее снижение урожая. Увеличение нормы фосфорных удобрений до 60 кг/га вследствие уменьшения в почве фосфатов способствовало повышению прибавок. Так, при урожае в контроле 37,7 ц/га прибавка от фосфора колебалась от 2,8 до 9,7 ц/га.

В 1954 г. (4-й год распашки) получен высокий урожай хлопчатника, обусловленный повышенной густотой стояния растений, а

Таблица 65

Эффективность форм фосфатов при основном внесении под хлопчатник, ц/га (данные И. М. Поповой. Опыт 1)

Вариант опыта	1951 г.*		1952 г.*		1953 г.*		1954 г.*		Средняя прибавка за 4 года	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Фон (N 120)	52,3	±0	44,2	±0	37,7	±0	42,6	±0	—	—
Фон + суперфосфат кислый порошковидный	54,9	2,6	48,0	3,8	42,8	5,1	51,1	8,5	5,0	11,3
То же гранулированный	54,2	1,9	46,7	2,5	43,3	5,6	51,3	8,7	4,7	10,7
То же двойной	55,8	3,5	49,1	4,9	44,1	6,3	53,2	10,6	6,3	14,4
То же аммонизированный	56,0	3,7	49,2	5,0	45,0	7,3	55,3	12,7	7,2	16,3
Фон + преципитат	57,0	4,7	50,2	5,0	47,4	9,7	56,0	13,4	8,4	19,1
Фон + аммофос	57,4	5,1	48,8	4,6	44,7	7,0	53,7	11,1	6,9	15,7
Фон + магниевый плавный фосфат	54,2	1,9	46,1	1,9	41,2	3,5	48,5	5,9	3,3	7,4
Фон + термофосфат	54,6	2,3	46,4	2,2	40,5	2,8	48,8	6,2	3,4	7,6

По В. Н. Перегудову

E (ц/га)	±2,8	±3,3	±1,8	±2,1
P %	5,1	1,7	2,3	4,0

* В первой колонке — урожай, во второй — прибавка.

также сухой, теплой осенью, обеспечившей дозревание всех коробочек. Урожай в контроле составил 42,6 ц/га, прибавка от фосфора — 5,9—13,4 ц/га.

При сопоставлении прибавок по годам наблюдается ежегодное относительное повышение эффективности фосфорных удобрений вследствие снижения урожаев по фону и увеличения доз фосфора в последние два года.

По мере продолжения опыта возрастали и различия в эффективности между отдельными формами фосфатов. Нейтральные

фосфаты — преципитат и суперфосфат аммонизированный, а также аммофос и суперфосфат двойной — оказались более эффективными, чем суперфосфат кислый (порошковидный и гранулированный).

Средняя прибавка за 4 года от внесения 190 кг/га P_2O_5 в виде суперфосфата кислого порошковидного равна 5,0, от преципитата 8,4 ц/га. Лучшие физические свойства преципитата, отсутствие гипса определили его преимущество в сравнении с суперфосфатом аммонизированным, прибавка от которого равна 7,2 ц/га. Прибавка от аммофоса при основном внесении под хлопчатник 1,9 ц/га.

Хорошие результаты дал суперфосфат двойной, внесение которого повысило урожай хлопка-сырца на 1,3 ц/га в сравнении с суперфосфатом простым.

Применение магниевого плавленного фосфата и термофосфата снизило урожай по сравнению с суперфосфатом кислым на 1,6—1,7 ц/га. Надо полагать, что термофосфаты на карбонатных почвах — трудноусвояемые для хлопчатника. Это предположение подтверждается данными А. В. Соколова (1950) о влиянии микрораспределения питательных веществ в почве на развитие растений.

Соответственно прибавкам изменилась и оплата хлопком-сырцом каждого килограмма внесенной P_2O_5 . В сумме за 4 года (190 кг/га P_2O_5) каждый килограмм фосфорной кислоты повысил урожай в варианте с преципитатом на 17,8, с суперфосфатом аммонизированным — на 15,2, с аммофосом — на 14,6, с двойным суперфосфатом — на 13,3, с суперфосфатом кислым — на 10,5 и с термофосфатами — на 7,0—7,1 кг/га.

Высокие прибавки урожая хлопка-сырца и оплата растворимых фосфорных удобрений получены от удобрений, внесенных в почву с невысоким содержанием усвояемых фосфатов. В сумме за 4 года в контроле вынесено урожаем 172,7 кг/га, в варианте с суперфосфатом 218,5, с аммофосом 225,7 и с преципитатом 234,2 кг/га P_2O_5 . При этом во все годы опыта вынос фосфора урожаем, как правило, превосходил внесение с удобрениями, следовательно, имелся фосфатный дефицит, позволяющий более точно установить различия в усвоении хлопчатником отдельных форм фосфатов.

На Пахтааральской опытной станции разные формы фосфорных удобрений, изготовленных из каратауских фосфоритов, испытывались при основном внесении под хлопчатник в 1957—1960 гг. Опыт 2 был заложен по пласту двухлетней травосмеси. В период произрастания трав фосфорные удобрения не вносились.

Годовая норма фосфора — 50 кг/га в 1957—1959 гг. и 60 кг/га в 1960 г. Доза азота (фон) с 70 кг/га по пласту повышалась до 150 к концу ротации севооборота.

Из табл. 66 видно, что рост, развитие и число коробочек в удобряемых фосфором вариантах, как правило, лучше в сравнении с азотным фоном.

Таблица 66

Урожайность хлопчатника (ц/га) и оплата удобрений (кг) в зависимости от форм фосфатов (данные Г. Г. Бабиковой. Опыт 2)

Варианты опыта	1957 г.			1959 г.			1960 г.			Среднее за 3 года		
	общий урожай	прибавка	оплата 1 кг P_2O_5	общий урожай	прибавка	оплата 1 кг P_2O_5	общий урожай	прибавка	оплата 1 кг P_2O_5	ц/га	%	оплата 1 кг P_2O_5
Азотный фон	47,3	—	—	45,8	—	—	46,5	—	—	—	—	—
Фон+суперфосфат гранулированный	53,4	6,1	12,2	50,0	4,2	8,4	52,7	6,2	10,3	5,5	11,8	10,3
Фон+суперфосфат аммонизированный	50,1	2,8	5,6	49,6	3,8	7,6	48,5	2,0	3,3	2,9	6,2	5,4
Фон+аммофос	51,3	4,0	8,0	48,0	2,2	4,4	47,1	0,6	1,0	2,3	4,8	4,2
Фон+преципитат	54,4	7,1	14,2	50,7	4,9	9,8	56,0	9,5	15,8	7,2	15,4	13,4
Фон+обесфторенный фосфат	52,6	5,3	10,6	48,9	3,1	6,2	49,9	3,4	5,7	3,9	8,4	7,4
Фон+термофосфат	50,5	3,3	6,6	48,8	3,0	6,0	47,1	0,6	1,0	2,3	4,8	4,3
По В. Н. Перегудову												
1957 г.												
E (ц/га) $\pm 1,9$												
P % $\pm 1,5$												
1959 г.												
$\pm 1,5$												
3,4												
1960 г.												
$\pm 2,5$												
5,4												

Примечание. В 1958 г. урожайные данные забракованы из-за погравы посевов.

Из форм фосфорных удобрений при основном внесении наиболее эффективным по влиянию на рост и развитие хлопчатника оказался преципитат, затем шли аммофос и суперфосфат аммонизированный, обесфторенный фосфат и термофосфат в основном имели более низкие показатели. По влиянию на накопление урожая преимущество также было на стороне преципитата (прибавка за 3 года на 7,2 ц/га, или на 15,4% в сравнении с азотным фоном), затем суперфосфат кислый гранулированный (прибавка 5,5 ц/га, или 11,8%), далее обесфторенный фосфат (+3,9 ц/га) и суперфосфат аммонизированный (+2,9 ц/га). Менее эффективны при внесении под зябь термофосфат и аммофос (+2,3 ц/га).

Недостаточная эффективность фосфорных удобрений, очевидно, связана с низкими годовыми нормами.

Соответственно величине урожая наибольшая оплата хлопком получена от внесения преципитата — 13,4 ц/га, другие формы фосфорных удобрений уступали обыкновенному гранулированному суперфосфату.

Из-за низких норм фосфорных удобрений содержание подвижных фосфатов в почве в конце вегетации хлопчатника не превышало 6—7 мг/кг, и говорить о различиях в зависимости от форм фосфатов не приходится.

Эффективность преципитата при внесении под пахоту в сравнении с суперфосфатом и азотным фоном мы изучали и в производственных опытах в совхозе «Пахтаарал». По азотному фону урожай составил 31,2 ц/га, при внесении на этом фоне 60 кг/га P_2O_5 суперфосфата — 32,9 (прибавка 1,7 ц/га, или 5,5%), 60 кг/га преципитата — 35,1 (прибавка 3,9 ц/га, или 12,5%). Оплата 1 кг внесенной P_2O_5 в форме суперфосфата составила 2,8, в форме преципитата 6,5 кг.

Эффективность при внесении в вегетацию. Изучение эффективности разных форм фосфатов при внесении в подкормки проводилось в полевом опыте 3, заложенном в севообороте на хлопчатнике третьего года.

Под вспашку на всей площади опытного участка был внесен суперфосфат по 60 кг/га P_2O_5 , в фазе цветения хлопчатник подкармливался разными формами фосфатов по 40 кг/га P_2O_5 .

В опыте из монофосфатов испытывались кислый суперфосфат (P_2O_5 21,6%) и нейтральный аммофос (P_2O_5 60,3, N 13,3%), из дифосфатов — преципитат (P_2O_5 39,3%). Малорастворимые формы термофосфатов давать в подкормки нецелесообразно. Годовая норма азота в форме аммиачной селитры равнялась 120 кг/га.

Внесение фосфора в вегетацию способствовало росту, накоплению коробочек и повышению урожайности (табл. 67).

При внесении в подкормку наиболее эффективен более подвижный в почве аммофос (прибавка 4,3 ц/га, или 11,0%), на втором месте суперфосфат кислый (прибавка 2,4 ц/га, или 6,2%), на последнем — преципитат (+1,8 ц/га, или 4,6%).

Видимо, при внесении в вегетацию эффективность фосфатов зависит не столько от скорости их поглощения почвой, сколько от способности перемещаться по профилю почвы. При определении растворимых фосфатов в почве через 12 дней после подкормки (22 июля) разницы между вариантами с внесением суперфосфата и аммофоса в слое 0—25 см не отмечено (39,3—39,0 мг/кг), зато в слое 25—40 см в варианте с аммофосом содержалось 13,6 мг/кг углеаммонийнорастворимой P_2O_5 , в варианте с суперфосфатом — 8,9 мг, или в 1,5 раза меньше. В варианте с преци-

Таблица 67

Высота, число коробочек и урожайность в зависимости от форм фосфатов при внесении в вегетацию (данные И. М. Поповой)

Вариант опыта	Высота растений на I.VIII, см	Число коробочек на 1.IX	Общий урожай, ц/га	Прибавка от фосфатов		Оплата 1 кг P_2O_5 , кг
				ц/га	%	
Фон (N 120, P_2O_5 60 под вспашку)	95,1	11,4	39,0	—	—	—
Фон + суперфосфат в подкормки	100,0	13,1	41,4	2,4	6,2	6,0
Фон + то же преципитат	—	—	40,8	1,8	4,6	4,5
Фон + то же аммофос	101,8	15,0	43,3	4,3	11,0	10,7

питатом в слое 0—25 см обнаружено 36,8 мг/кг, в слое 25—40 см — всего 6,4 мг/кг P_2O_5 при 28,0 и 6,7 мг/кг по фону. Следовательно, не растворимый в воде преципитат не передвигался с поливной водой по профилю почвы, оставаясь в местах внесения, поэтому давать его в подкормки неэффективно.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ ФОРМ ФОСФАТОВ

Характер действия органических добавок на растворимость различных фосфорных удобрений неодинаков и зависит от формы содержащейся в них фосфорной кислоты.

Повышение эффективности суперфосфата при внесении под хлопчатник в органо-минеральных смесях экспериментально доказано В. Л. Мухановой, А. С. Султановым и другими исследователями.

На Пахтааральской опытной станции был поставлен полевой опыт. Фосфаты вносили под вспашку из расчета 60 кг/га P_2O_5 как в чистом виде, так и в смеси с навозом. На 1 кг P_2O_5 добавляли по 6 кг сухого навоза, перегнившего до однородной рассыпчатой массы. Годовая норма азота 120 кг/га. В опыте изучались, кроме того, полуторная норма термофосфата и эффективность

суперфосфата, изготовленного из апатита, в сопоставлении с суперфосфатом, изготовленным из каратауских фосфоритов. В каратауском суперфосфате фосфорная кислота содержится в соединении с кальцием и магнием, что может сказаться на эффективности суперфосфата на засоленных почвах. Магний ухудшает и физические свойства тука.

К моменту закладки опыта в пахотном слое содержалось валового фосфора 0,218%, гумуса 1,00 и водорастворимых солей в метровом слое почвы 0,305%.

Таблица 68

Влияние органических добавок на эффективность разных форм фосфатов (данные И. М. Поповой)

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка от фосфатов		Прибавка от навоза		Оплата 1 кг внесе- нной P_2O_5 , кг
		ц/га	%	ц/га	%	
Фон (N 120 кг/га)	50,0	—	—	—	—	—
Фон+суперфосфат из каратау- ских фосфоритов	54,4	4,4	8,8	—	—	7,3
Фон+суперфосфат из хибинских апатитов	56,6	6,6	13,2	—	—	11,0
Фон+суперфосфат+навоз	59,7	9,7	19,4	3,1	5,5	16,1
Фон+преципитат	59,6	9,6	19,2	—	—	16,0
Фон+преципитат+навоз	60,3	10,3	20,6	0,7	1,2	17,1
Фон+термофосфат	52,9	2,9	5,8	—	—	4,8
Фон+термофосфат+навоз	54,5	4,5	9,0	1,6	3,2	7,5
Фон+термофосфат (полторы нормы)	54,6	4,6	9,2	—	—	7,6

Прибавки от внесения 60 кг/га P_2O_5 колебались от 2,9 (термофосфат) до 9,6 (преципитат) ц/га, при совместном внесении фосфатов с навозом — от 4,5 до 10,3 ц/га. Внесение фосфатов с навозом в виде механической смеси повышало урожай в вариантах с суперфосфатом на 3,1, с термофосфатом — на 1,6, с преципитатом — лишь на 0,7 ц/га (табл. 68).

Видимо навоз, добавленный к кислому, легкорастворимому суперфосфату, благодаря нейтрализации кислотности и усилению биологических процессов, предохраняет его от перехода в труднорастворимые соединения и обеспечивает таким образом лучшие условия фосфатного питания хлопчатника.

Более слабое влияние оказывает навоз на усвоение растениями термофосфата и преципитата по сравнению с суперфосфатом. Навоз выравнивает эффективность суперфосфата и преципитата.

На подверженных засолению светлых сероземах Голодной степи суперфосфат из каратауских фосфоритов вдвое менее эффективен, чем суперфосфат из хибинских апатитов. Здесь, вероятно, отрицательную роль играют неудовлетворительные физичес-

кие свойства и присутствие в каратауском суперфосфате магния (11,0%).

Оплата внесенного фосфора хлопком-сырцом колеблется в пределах 4,8—17,1 кг.

По всем срокам определения ясно прослеживается повышение подвижности P_2O_5 от добавления навоза к суперфосфату. Увеличение нормы термофосфата в полтора раза не влияет на содержание в почве подвижной P_2O_5 .

ВЫВОДЫ

1. Фосфор удобрений, внесенный с осени под вспашку, закрепляется в месте внесения и под влиянием промывок перемещается частично вглубь по профилю лишь на 10—15 см.

2. Скорость почвенного закрепления подвижного фосфора, независимо от форм удобрений, меняется в связи с различной степенью окультуренности сероземов. В почве происходит не только переход подвижных фосфатов в менее доступные для растений формы, но и образование усвояемых растениями форм фосфора.

В зависимости от степени окультуренности почвы и форм фосфорных удобрений через 200 дней после внесения до 60% фосфатов остается в формах, извлекаемых углекислыми вытяжками, что свидетельствует об отсутствии глубокого закрепления фосфора.

3. Годовая норма внесения фосфора определяется обеспеченностью почвы элементами питания. На слабо- и необеспеченных почвах, а также по пласту и обороту пласта, как правило, эффективны повышенные дозы (120—150 кг/га).

При определении годовой дозы фосфора в каждом конкретном случае необходимо пользоваться агрохимкартограммами.

4. Лучшее развитие хлопчатника и эффективное использование фосфорных удобрений на основной площади достигаются при сочетании заделки большей части фосфорных удобрений (60—70% годовой нормы) под пахоту с внесением этих туков одновременно с севом или под предпосевную обработку почвы.

5. Фосфорные удобрения типа термофосфатов менее эффективны, чем простой суперфосфат.

При внесении фосфорных удобрений под основную пахоту следует отдавать предпочтение, главным образом, нейтральным формам (преципитат, двойной суперфосфат), которые слабее взаимодействуют с почвой, затем обыкновенному суперфосфату, в период сева и в вегетацию эффективна более подвижная форма — аммофос.

6. Добавление перепревшего навоза к фосфорным удобрениям в подкормки повышает эффективность фосфатов (на 3,1 ц/га).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

РОЛЬ КАЛИЯ В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ
В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОГО ХЛОПКОВОДСТВА

Начало изучения действия калийных удобрений в Средней Азии положено в 1902 г. Н. Н. Александровым. Первые опыты с калием и печной золой под хлопчатник и люцерну он провел на Туркестанской опытной станции. В послевоенные годы опыты продолжили П. В. Протасов, И. И. Мадраимов и др. Ими установлено, что на староорошаемых почвах при длительном возделывании хлопчатника, когда ежегодно вносятся высокие дозы азота и фосфора, а урожай хлопка-сырца превышает 30 ц/га, запасы доступных форм калия в почве постепенно истощаются и потребность растений в калийных удобрениях из года в год растет.

П. В. Протасов, И. И. Мадраимов (1962) указывают, что калия в орошаемых почвах Средней Азии содержится больше, чем азота и фосфора, в силу чего этот элемент обычно находится в третьем минимуме. Тем не менее во многих случаях калий дает прибавку урожая. В их опыте на почвах, среднеобеспеченных обменными формами калия, внесение этих удобрений умеренными нормами (45—90 кг/га) обеспечило прибавку урожая на 2—3 ц/га.

И. П. Сердобольский в почвах «Пахтаарала» установил в 1939 г. довольно большие запасы водорастворимого калия в пахотном горизонте — 144 мг/кг, что в пересчете составляет около 600 кг/га, а обменного калия 557 мг/кг, или в 2—3 раза больше, чем в типичных сероземах Аккавака.

Судя по внешним признакам, недостаток калия наиболее резко проявляется в период массового плодообразования.

Недостаток калия, как показали исследования М. А. Белоусова, приводит к торможению синтеза сложных веществ клеток, образующих коробочку, снижению веса коробочки и ухудшению качества сырца.

А. Т. Кирсанов в 1935 г. установил прямую зависимость эффективности азотных удобрений от наличия калия в почве.

Максимальное содержание калия в почве обнаружено в засоленных почвах и солончаках (Лазарев, 1948).

И. Мадраимов также отмечал эффективность калийных удобрений. За 5 лет (1957—1961 гг.) средняя прибавка урожая хлопка-сырца составила от внесения 50 кг/га K_2O 1,8 ц/га, от 100 кг/га — 5,1 и от 150 кг/га — 7,5 ц/га.

В. М. Иванов, З. К. Касимова, Х. С. Саттаров (1966) в полевых и вегетационных опытах с содержанием в почве 68,4—143,6 мг/кг обменного калия подтвердили более высокую эффективность дозы 100 кг/га K_2O (+2,8—4,5 ц/га) в сравнении с дозой 50 кг/га.

Наиболее подробно эффективность калийных удобрений на хлопчатнике в условиях Узбекистана изучена И. И. Мадраимовым (1968). Автор отмечает эффективность сернокислого калия для засоленных почв Бухарской, Хорезмской, Ферганской, Сырдарьинской областей и хлористого калия для почв Аккавака. Он указывает, что при определении доз калийных удобрений необходимо учитывать содержание подвижных форм калия в почве.

В почвах, где подвижного калия меньше 100 мг/кг, рекомендуется вносить до 100—120 кг/га K_2O и снижать дозы калия до 40—60 кг/га в почвах с содержанием 300—400 мг/кг, при более высоком содержании обменного K_2O калийные удобрения не следует вносить.

СОДЕРЖАНИЕ КАЛИЯ В СВЕТЛЫХ СЕРОЗЕМАХ
ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Влияние материнской породы на свойства почвы наблюдается в начальный период почвообразования и сохраняется в течение всей жизни (Розанов, 1951).

Примером могут быть почвообразующие породы сероземной зоны, резко отличающиеся от материнских пород подзолистой и лесостепной зон по абсолютному и относительному богатству полевыми шпатами и слюдами, т. е. глиноземно-щелочными минералами. То же отмечает И. И. Синягин (1936) для усвояемого калия (водорастворимого + обменного). Большая усвояемость калия из сероземов объясняется тем, что илистая фракция богата калий-содержащими минералами — источником подвижных форм калия.

Процессы выветривания полевых шпатов протекают сравнительно медленно, и время — существенный фактор, определяющий количество и тип продуктов выветривания. Считается, что «чем древнее лёссовая аккумуляция, тем шире в ней соотношение кварца и полевых шпатов, т. е. тем больше она относительно обогащена кварцем и обеднена полевыми шпатами» (Гуссак, Насыров, Скворцов, 1961).

В Средней Азии в пределах отложений четвертичного периода выделяется 4 эрозионно-аккумулятивных цикла неодинакового возраста с различным показателем выветривания. Для наиболее

древних лёссов Нанайского цикла он равен 4,0, для лёссов Ташкентского — 3,7, Голодностепского — 2,5, для самого молодого — Абайского — 1,6.

Ценные материалы по содержанию калия в светлых сероземах получены Л. Н. Толстой (1968). Результаты определений приводятся в табл. 69.

Таблица 69

Средневзвешенное содержание K_2O в светлых сероземах, мг/кг

Горизонт, см	Водорастворимый K_2O	K_2O из углеаммонийной вытяжки, 1:20	Кислоторастворимый K_2O из 0,4н. HCl , 1:10	Валовый K_2O , %
Голодностепский цикл				
0-30	41	292	427	2,07
0-52	42	285	420	2,04
0-100	31	285	346	2,02
200-250	—	110	258	2,02
Ташкентский цикл				
0-30	44	246	350	1,93
0-52	32	209	279	1,92
0-100	18	130	206	1,94
200-250	22	130	225	1,97

В сероземах, сформированных на лёссовых аккумуляциях Голодностепского цикла, содержание подвижных форм калия вы-

Таблица 70

Средневзвешенное содержание K_2O в староорошаемых сероземах, мг/кг

Горизонт, см	Разрез 6а, Голодностепский цикл			Разрез 10, Ташкентский цикл		
	водорастворимый K_2O	K_2O из углеаммонийной вытяжки, 1:20	кислоторастворимый K_2O из 0,4 н. HCl , 1:10	водорастворимый K_2O	K_2O из углеаммонийной вытяжки, 1:20	кислоторастворимый K_2O из 0,4 н. HCl , 1:10
0-30	69	502	682	31	448	585
0-50	60	477	540	47	400	542
0-100	47	424	562	42	347	470
150-200	8	159	233	7	112	192
200-250	12	118	195	—	—	—

ше, чем в сероземах на лёссовых аккумуляциях более древнего Ташкентского. Так, в метровом слое обменного калия в 1,7 раза больше. Такая же разница отмечена и в содержании кислоторастворимого калия.

Таблица 71

Распределение площадей по содержанию в почве обменного калия в светлых сероземах Голодной степи (данные Пахтааральской ЗАЛ)

Район	Всё обследованная площадь, га	В т. ч. по содержанию, мг/кг									
		до 100		101-200		201-300		301-400		более 400	
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Сырдарьинская область УзССР											
Джизакский	14 243	—	—	1709	11,9	5925	41,6	4787	33,7	1822	12,8
Гулистанский	24 558	2349	9,5	2750	11,2	5189	21,2	6398	26,0	7872	32,1
Баяутский	12 212	1900	15,5	1000	8,1	573	4,7	2972	24,3	5767	47,4
Янгйерский	1 250	—	—	—	—	—	—	—	—	1250	100,0
Сырдарьинский	17 855	—	—	294	1,6	2189	12,3	6183	34,7	9189	51,1
Чимкентская область КазССР											
Пахтааральский	35 973	—	—	84	0,02	3960	11,0	14 125	39,4	17 804	49,6
Кировский	30 754	—	—	—	—	4364	14,1	12 201	40,9	14 189	45,0
Джетысайский	32 938	—	—	12	0,03	2005	6,07	14 278	43,3	16 643	50,6
Итого	169 783	4249	2,5	5849	3,4	24 205	14,3	60 944	35,9	74 536	43,9

При использовании почв в орошаемом земледелии указанная разница несколько нивелируется за счет отчуждения калия культурными растениями (табл. 70).

По А. С. Султанову (1968), в хозяйствах Ташкентской области почвы с низким содержанием K_2O (100—200 мг/кг) составили 29,7%, со средним — 27,9, с достаточным и высоким (более 300 мг/кг) — 42,4%.

В Голодной степи Пахтааральская зональная агрохимлаборатория по состоянию на 1 января 1970 г. обследовала около 170 тыс. га на содержание в почве обменного калия. Здесь земель с низким содержанием обменного калия (до 200 мг/кг) выявлено всего 5,9, со средним — 14,3 и с высоким (более 300 мг/кг) — 79,8% (табл. 71). Следовательно, ранее освоенные земли Ташкентской области сравнительно слабее обеспечены этой формой калия.

В пределах Голодной степи земли Джизакского района значительно раньше освоены, чем других районов, а земли Баяутского сравнительно молодые. В соответствии с этим в хозяйствах Джизакского района земель с содержанием более 400 мг/кг K_2O всего 12,4% при среднем показателе по Голодной степи 43,9%, в хозяйствах «молодого» Баяутского района 100% обследованной площади содержали обменного калия более 400 мг/кг почвы.

Можно отметить, что на более окультуренных землях совхоза «Пахтаарал», которые освоены раньше, чем в других хозяйствах Пахтааральского района, и ежегодно производят сравнительно высокие урожаи сельскохозяйственных культур, содержание обменного калия сравнительно ниже, чем в других хозяйствах. Так, почв с содержанием более 400 мг/кг K_2O в «Пахтаарале» всего 6,6%, в среднем по району 49,6%. В совхозе «Славянский» урожай значительно ниже, чем в совхозе «Пахтаарал». В этом хозяйстве 96,8% площадей содержат более 400 мг/кг K_2O , т. е. вынос его растениями здесь ниже.

Таким образом, чем более освоены почвы и выше урожаи сельскохозяйственных культур, тем ниже обеспеченность почвы обменным калием, что связано с выветриванием и выносом K_2O растениями.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ

Первые сведения об испытании хлористого калия в Голодной степи на старопашке приводятся Д. В. Харьковским (1933). Так, при урожае хлопка-сырца в контроле 16,9 ц/га в варианте с внесением 90 кг/га урожай составил 21,9 ц/га, при совместном внесении азота и фосфора по 90 кг/га — 26,0, при внесении азота, фосфора и калия по 90 кг/га — 21,7 ц/га. Следовательно, при сравнительно невысоком урожае на подверженных засо-

лению почвах внесение калийных удобрений в форме хлористого калия снижало урожай на 4,3 ц/га.

М. П. Юматов в период с 1935 по 1938 г. изучал в полевых условиях Пахтааральской опытной станции эффективность разных форм калийных удобрений в севопольном севообороте (3:4) начиная с первого года распахки трехлетней люцерны. При внесении калийной селитры в дозе 90 кг/га урожай по отношению к

Таблица 72

Влияние доз минеральных удобрений на содержание общего калия в органах хлопчатника, %

Орган	1963 г.				1964 г.					
	без удобрений	N 100	N 100 P 115	N 100 P 115 K 50	без удобрений	N 100	N 100 P 100	N 100 P 100 K 50	N 200 P 200	N 250 P 200 K 100
Фаза 2—3 наст. лист.										
Стебли	1,20	1,20	1,84	2,75	1,12	1,17	2,19	2,39	2,50	2,80
Листья	0,90	0,92	0,99	1,25	1,05	1,12	1,00	1,27	1,28	1,29
Фаза цветения										
Бутоны	2,24	2,29	2,39	2,54	1,10	1,11	1,30	2,00	2,05	2,20
Цветки	2,35	2,64	2,54	2,62	1,30	1,36	1,50	2,10	2,20	2,10
Листья	2,83	2,83	2,83	3,28	1,60	1,59	1,80	2,10	2,09	2,39
Стебли	3,74	3,88	3,88	3,88	1,80	1,86	1,80	2,24	2,24	2,54
Фаза созревания										
Листья	2,55	2,70	2,43	2,43	1,69	1,80	1,80	2,10	2,59	2,24
Стебли	2,20	2,39	2,39	2,39	1,39	1,64	1,69	1,72	2,58	2,69
Створки	3,00	3,01	3,18	3,34	3,41	3,58	3,58	3,63	3,88	3,83
Сырец	0,80	0,90	1,00	1,05	0,89	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00

Примечание. В 1963 г. образцы отбирались 25 мая, 20 июля, 26 сентября; в 1964 г. 25 мая, 21 июля, 24 сентября.

фону в среднем за 4 года повышался на 5,1 ц/га, под влиянием хлористого калия снижался на 5,0 ц/га, что можно объяснить вредным действием ионов хлора на подверженных засолению почвах.

В многолетнем полевом опыте, проведенном Г. Г. Бабиковой в отделении им. Коминтерна совхоза «Пахтаарал» с 1963 по 1966 г. начиная с оборота пласта двухлетней люцерны путем наложения вариантов изучали дозы и соотношения питательных элементов (табл. 72). Максимум (2,23—3,88%) калия обнаружен в створках коробочек, минимум (0,89—1,05%) в хлопке-сырце. Значительное количество калия имелось в бутонах, цветках, листьях и стеблях в фазу цветения (в пределах 1,10—3,80% к

весу сухого вещества), меньше его в стеблях и листьях в фазу 2—3 настоящих листочков.

Повышение содержания калия в различных органах хлопчатника идет за счет минеральных удобрений, особенно при внесении высоких доз.

Таблица 73

Вынос калия хлопчатником в зависимости от доз минеральных удобрений

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Содержание калия, %, в				Вынос калия, кг	
	N	P	K	листьях	стеблях	створках	сырце	с 1 га	1 т хлоп-ка-сырца
1963 г.									
1	0	0	0	2,55	2,20	3,00	0,80	125,1	42,5
2	100	0	0	2,70	2,39	3,01	0,90	160,6	46,4
3	100	115	0	2,43	2,39	3,18	1,00	167,2	47,5
4	100	115	50	2,43	2,39	3,34	1,05	156,0	45,9
7	200	115	0	2,50	2,54	3,76	1,10	204,4	51,2
8	140	165	0	2,38	2,62	3,12	1,10	182,8	48,0
1964 г.									
1	0	0	0	1,69	1,39	3,41	0,89	136,9	53,2
2	100	0	0	1,80	1,64	3,58	1,00	155,5	52,0
3	100	100	0	1,80	1,69	3,58	1,00	155,8	50,4
4	100	100	50	2,10	1,72	3,63	1,00	164,9	53,3
8	200	200	0	2,59	2,58	3,88	0,95	198,1	60,0
10	250	200	100	2,24	2,69	3,89	1,00	201,7	57,1
12	300	200	0	2,35	2,70	3,97	1,05	213,9	59,2
1965 г.									
1	0	0	0	1,65	1,35	2,22	0,75	78,2	30,9
2	100	0	0	1,70	1,40	2,30	0,85	83,1	32,2
3	100	100	0	1,72	1,57	3,00	0,85	131,1	40,7
4	100	100	50	1,80	1,70	3,10	0,90	140,0	38,0
8	200	200	0	1,92	1,83	3,28	1,05	126,6	44,6
10	250	200	100	1,99	1,89	3,29	1,08	131,3	43,3
12	300	200	0	2,00	1,90	3,33	1,10	139,2	47,2

В удобренных вариантах в соответствии с большим накоплением сухой массы, а также более высоким содержанием K_2O в органах хлопчатника по мере увеличения доз минеральных туков вынос калия возрастает в сравнении с абсолютным контролем (табл. 73). Однако калий в сравнении с азотно-фосфорным удобрением не оказывает существенного влияния на содержание K_2O в органах хлопчатника.

Значительные отклонения в содержании калия получены по годам, что можно объяснить влиянием погодных условий и различным развитием хлопчатника (см. табл. 72).

Внесение калийных удобрений по фону NP существенно не влияет на вынос K_2O растениями, а между удобренными вариантами и контролем различия значительные, следовательно, улучшение азотно-фосфорного режима почвы способствует увеличению выноса калия растениями. Такая же закономерность прослеживается между вариантами по выносу калия 1 т хлопка-сырца.

Расход калия из почвы по годам меняется в соответствии с накоплением вегетативных и генеративных органов хлопчатника и содержанием в них K_2O . Так, расход на образование 1 т хлоп-

Таблица 74

Крупность коробочек и урожай хлопка-сырца в зависимости от дозы калийного удобрения (данные Г. Г. Бабиковой)

Номер варианта	Годовая норма, кг/га						Крупность коробочки, г				Урожай хлопка-сырца, ц/га			
	1963 г.			1964—1966 г.										
	N	P	K	N	P	K	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.
1	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	5,4	5,2	6,2	3,7	29,4	23,5	25,7	20,2
3	100	115	0	100	100	0	5,9	6,2	6,5	4,2	35,2	30,9	32,2	29,2
4	100	115	50	100	100	50	5,7	6,2	6,8	4,4	34,0	30,9	36,9	31,9
8	—	—	—	250	200	0	—	6,9	7,1	4,5	—	35,7	26,8	33,2
10	—	—	—	250	200	100	—	6,9	7,2	4,8	—	35,3	30,2	34,2

По В. Н. Перегудову E ц/га $\pm 1,35 \pm 0,6 \pm 2,0 \pm 0,8$
 P % $3,6 \quad 1,8 \quad 6,2 \quad 2,5$

ка-сырца в 1963 г. составил 42,5—51,2 кг, в 1964 г. 50,4—60,0, в 1965 г. — 30,0—47,2 кг (см. табл. 73).

Внесение калийного удобрения в первые два года опыта не оказало положительного действия на крупность коробочек и величину урожая в сравнении с аналогичными нормами удобрений, но без калия.

В 1965—1966 гг. от внесения 50 кг/га K_2O прибавка составила 4,7 и 1,8 ц/га, от 100 кг/га — 3,4 и 1,0 ц/га. Математически достоверная прибавка урожая от внесения калия получена лишь в 1965 г.

В 1965—1966 гг. небольшое преимущество от внесения калия отмечено по весу коробочек (табл. 74).

В опыте установлено отсутствие влияния калийных удобрений на степень заболеваемости хлопчатника вилтом. Возможно, причина в достаточной обеспеченности почвы доступным для растений калием.

При изучении динамики подвижного калия в зависимости от доз минеральных удобрений определенной закономерности в содержании и распределении обменного калия по профилю почвы не выявлено.

На Пахтааральской опытной станции в 1967—1969 гг. в поле-

Таблица 75

Рост, развитие и урожайность хлопчатника в зависимости от кратности промывки почвы и внесения калийных удобрений

Число промывок	Вариант опыта	Густота стояния, тыс./га	Высота растений, см	Число симпозиумов на 1.VIII	Число коробочек на 1.IX	Вес 1 коробочки, г	Общий урожай, ц/га	Отклонение от фона, ц/га	Кол-во больших и средних растений, %
1967 г., оборот пласта									
0	Фон (N 160 P 90)	72,7	53,7	10,2	8,8	7,0	31,0	+0	1,0
	Фон+K60 под зябь	77,3	62,1	11,7	10,6	7,0	35,3	+4,3	0,3
	K 120	81,5	55,9	10,0	8,3	6,8	32,8	+1,8	0,1
	K 60 в вегетацию	76,4	56,0	10,6	9,0	6,7	29,3	-1,7	0,1
1	Фон (N 160 P 90)	77,5	73,8	12,9	9,5	7,2	35,3	+0	1,4
	Фон+K60 под зябь	75,4	79,8	12,6	8,2	7,0	33,2	-2,1	0,9
	K 120	80,3	84,4	12,4	10,4	7,4	33,2	-2,1	0,8
	K 60 в вегетацию	88,4	86,0	13,0	10,4	7,0	36,1	+0,8	1,4
2	Фон (N 160 P 90)	74,8	80,7	11,9	11,6	7,7	34,2	+0	1,2
	Фон+K60 под зябь	72,7	74,0	11,8	10,8	7,4	33,4	-0,8	1,0
	K 120	78,9	75,0	10,9	9,1	7,5	35,7	+1,5	0,7
	K 60 в вегетацию	78,4	73,2	11,7	9,4	8,0	36,5	+2,3	0,6

E $\pm 1,0$ ц/га; P 2,9%

1968 г., 3-й год хлопчатник

1	Фон (N 180 P 120)	101,0	79,2	11,0	7,3	7,0	28,7	+0	12
	Фон+K60 под зябь	104,0	79,2	10,7	7,0	7,0	24,8	-3,9	19
	K 120	107,5	85,0	11,1	6,5	7,1	27,9	-0,8	15
	K 60 в вегетацию	100,6	86,2	10,9	7,0	7,1	22,2	-6,5	15
2	Фон (N 180 P 120)	102,8	86,5	11,1	7,7	7,0	32,2	+0	9
	Фон+K60 под зябь	100,0	83,5	11,2	7,8	7,0	27,2	-5,0	10
	K 120	113,1	86,0	11,1	6,4	7,1	29,7	-2,5	8
	K 60 в вегетацию	111,3	81,0	11,1	6,6	7,0	28,8	-3,4	6

E 2,2 ц/га; P 6,9%

1969 г., 4-й год хлопчатник

1	Фон (N 180 P 120)	94,1	80,2	9,2	7,6	7,7	28,2	+0	30
	Фон+K60 под зябь	91,2	84,2	10,4	7,3	7,8	26,9	-1,3	31
	K 120	94,2	79,7	9,4	7,7	7,7	27,6	-0,6	34
	K 60 в вегетацию	93,1	76,4	9,4	7,3	7,6	26,0	-2,2	33
2	Фон (N 180 P 120)	89,5	78,4	9,6	9,3	7,7	29,3	+0	31
	Фон+K60 под зябь	86,8	81,2	10,0	8,4	7,7	26,0	-3,3	29
	K 120	85,0	81,7	10,0	8,1	7,8	28,4	-0,9	22
	K 60 в вегетацию	85,1	81,4	10,0	8,8	7,6	28,0	-1,3	18

E 0,7 ц/га; P 2,6%

вых условиях путем наложения вариантов нами изучались нормы и сроки внесения хлористого калия под хлопчатник на разных фонах промывки почвы (табл. 75).

Существенных различий по росту хлопчатника и накоплению плодоеlementов между одной и двумя промывками (1967—1968 гг.) не наблюдалось. В четвертом году возделывания хлоп-

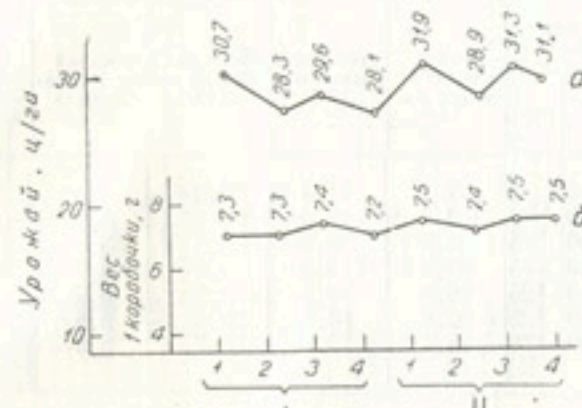


Рис. 10. Урожай хлопка-сырца (а) и средний вес 1 коробочки (б) в зависимости от числа промывок (I—одна промывка, II—две промывки) и внесения калийных удобрений:

1—фон (N 180 P 120); 2—фон+K 60 под зябь; 3—фон+K 120 под зябь; 4—фон+K 60 в вегетацию.

чатника после распахки трав (1969 г.) отмечено большее накопление плодоеlementов при двух промывках.

На фоне промывки закономерного различия по влиянию калийного удобрения, внесенного под зябь и в подкормку, на рост, развитие и плодонакопление не было во все годы опыта.

Средний вес коробочки от внесения калия не изменяется. Разница по крупности коробочек наблюдалась в 1967 г. в зависимости от количества промывок. Так, в контроле вес 1 коробочки равнялся 6,7—7,0 г, в варианте с одной промывкой 7,0—7,4, с двумя — 7,4—8,0 г.

Урожай хлопка-сырца в среднем за три года в варианте с двумя промывками на 1,6 ц/га больше в сравнении с одной.

Внесение хлористого калия положительного эффекта на урожай хлопка-сырца не оказало, если не считать прибавки 1,8—4,3 ц/га по фону без промывки и 1,5—2,3 ц/га по фону двух промывок в 1967 г., что связано с различиями в засолении почвы и находится в пределах ошибки опыта. В остальных случаях отмечено некоторое снижение урожая хлопка-сырца в сравнении с фоном (NP). Чаще всего снижения не превышают разницу ошибки вариантов в 1—2 раза, т. е. малодостоверны.

В первом году опыта вилтом поражаются единичные растения, во втором году число больных растений увеличивалось до 15—19%.

Таблица 76

Эффективность действия калия на рост, развитие и урожайность хлопчатника

Номер варианта	Годовая норма, кг/га			Высота главного стебля, см	Число симподиев на I.VIII	Число коробочек на I.IX	Средний вес 1 коробочки, г	Общий урожай, ц/га	В т. ч. курачный, ц/га
	N	P	K						
1	0	0	0	77,2	11,4	7,2	4,9	36,5	2,0
4	150	100	0	83,4	12,6	8,7	5,6	39,9	3,7
5	150	100	75	84,9	13,6	8,5	5,6	40,8	4,0
11	250	250	75	82,8	13,3	9,6	5,9	42,4	4,3
12	250	250	125	90,6	13,5	9,5	5,9	42,7	4,8
15	350	350	125	92,0	13,3	9,6	5,8	43,1	5,4
16	350	350	175	93,4	13,7	9,7	5,8	42,6	5,7

в третьем примерно третья часть растений подверглась заболеванию. Следует подчеркнуть, что на степень заболевания хлопчатника вилтом внесение калийного удобрения не влияло (см. табл. 75).

Усредненные за три года данные по весу коробочки и урожаю в зависимости от фона промывки и внесения калийного удобрения приведены на рис. 10.

Согласно существующей градации по обеспеченности обменным калием, почва опытного участка относится к обеспеченной. В большинстве случаев в пахотном слое количество обменного калия колеблется в пределах 300—400 мг/кг, в нижних — около 200 мг/кг. Различия в содержании обменного калия в зависимости от кратности промывок, а также от норм калийного удобрения (60 и 120 кг/га) не фиксировались даже на третий год опыта.

В многолетнем полевом опыте, который проводили по географической сети совместно с Г. П. Задорожним и А. Мауленовым в 1972—1975 гг., наряду с дозами минеральных удобрений изучали роль калия на разных азотно-фосфорных фонах (табл. 76). Внесение калия вело к некоторому увеличению высоты главного стебля хлопчатника и числа симподиев. При этом по всем азотно-фосфорным фонам отмечен несколько повышенный курачный урожай, хотя влияние калия на число коробочек, их вес и общий урожай — в пределах ошибки опыта.

Таким образом, в описанном полевом опыте, как и в предыдущих, прослеживается слабое действие калия, что можно объяснить достаточной обеспеченностью почвы K_2O .

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В ВЕГЕТАЦИОННЫХ ОПЫТАХ

На Пахтааральской станции была поставлена серия опытов в вегетационных сосудах.

В опыте Г. Г. Бабиковой калий не оказал заметного влияния на рост и развитие хлопчатника.

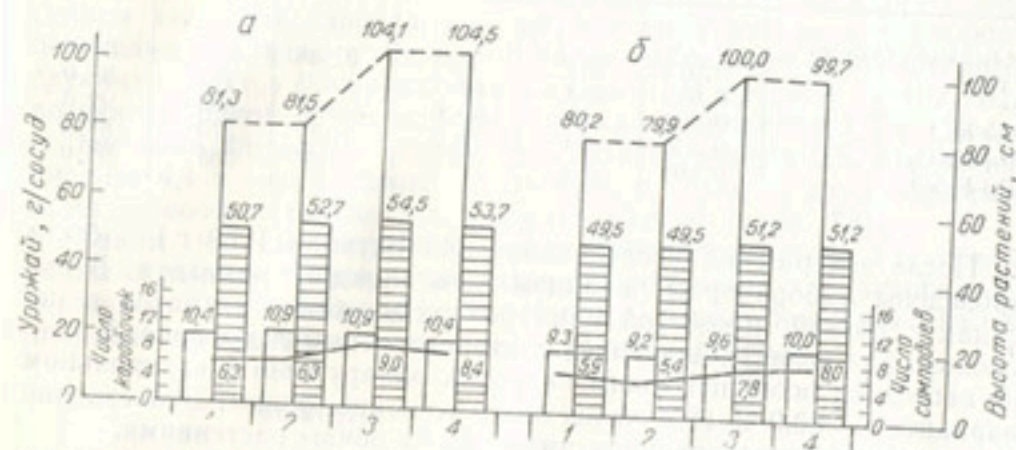


Рис. 11. Влияние калия на рост, развитие и урожайность хлопчатника при возделывании 2 года (а) и 6 лет (б). Пунктирная линия — урожай, сплошная — число коробочек; светлые колонки — число симподиев, заштрихованные — высота растений по вариантам:

1—N2P2K0; 2—N2P2K1; 3—N4P2K0; 4—N4P2K1.

Внесение хлористого калия как при средних, так и повышенных дозах азота на обоих фонах плодородия не приводило к увеличению урожая (рис. 11).

В вегетационном опыте нами изучалась также эффективность разных форм калийных удобрений на фонах с различным засолением.

Сосуды емкостью 25 кг набивали просеянной почвой из пахотного слоя. Изучали хлористый, азотнокислый и сернокислый калий в дозах 6 г/сосуд. Фон — азот и фосфор по 6 г/сосуд, причем азот в азотнокислом калии учитывался.

Исходное содержание углерода в почве по фону с одной промывкой составляло 0,612%, обменного калия 284 и усвояемого фосфора 35,1 мг/кг, с двумя промывками 0,588%, 308 и 55,0 мг/кг. Результаты анализа в конце вегетации хлопчатника приведены в табл. 77. Установлено, что количество углерода за вегетацию мало изменялось по фонам промывок.

Обменный калий в сосудах с NP уменьшился вследствие выноса растениями: по первому фону с 284 до 230 мг/кг, по второму — с 308 до 270. В сосудах с разными фонами по калию количество K_2O увеличилось в сравнении с исходными показателями на 99—109 мг/кг на первом фоне, на 62—82 мг/кг на втором.

Таблица 77

Агрохимическая характеристика почвы в сосудах

Вариант опыта	Одна промывка			Две промывки		
	углерод, %	калий, мг/кг	фосфаты, мг/кг	углерод, %	калий, мг/кг	фосфаты, мг/кг
Исходные показатели	0,612	284	35,1	0,588	308	55,0
NP	0,553	230	81,7	0,575	270	89,0
NP+KCl	0,562	380	79,0	0,600	390	92,8
NP+KNO ₃	0,565	390	78,0	0,617	370	81,2
NP+K ₂ SO ₄	0,602	380	78,5	0,593	385	88,0

После завершения исследований (12 октября 1969 г.) были проведены лабораторные анализы почв каждого варианта. В сосудах с почвой, промытой один раз, содержание нитратов в несколько раз выше, чем в сосудах второго промывного фона. В конце вегетации особенно много нитратов обнаружено в контрольном варианте — 80,9 и 18,8 мг/кг соответственно фонам. Это связано с различным использованием нитратов из почвы растениями.

Содержание фосфатов по обоим фонам примерно одинаково — 58,0—66,0 и 64,0—74,0 мг/кг.

Таблица 78

Урожай хлопка-сырца в зависимости от форм калия, г/сосуд

Вариант опыта	1967 г.	1968 г.	1969 г.	Среднее за 3 года	Прибавка
Одна промывка					
Фон NP	127,6	138,4	86,3	117,4	—
Фон+KCl	131,1	141,0	87,6	119,9	2,5
Фон+KNO ₃	138,0	137,6	89,7	121,8	4,4
Фон+K ₂ SO ₄	137,7	137,6	90,6	122,0	4,6
Две промывки					
Фон NP	155,4	155,3	193,8	168,2	—
Фон+KCl	158,2	159,9	202,4	173,5	5,3
Фон+KNO ₃	158,9	165,0	198,1	174,0	5,8
Фон+K ₂ SO ₄	161,0	163,9	204,7	176,5	8,3
По В. Н. Перегудову					
Фон I E (г/сосуд)	±2,1	1,7	5,2		
P (%)	1,6	1,9	5,9		
Фон II E (г/сосуд)	±6,3	2,2	3,4		
P (%)	3,9	1,4	1,7		

Внесение калийных удобрений, как и в первом году исследований, способствовало увеличению количества K₂O в сравнении с фоном (NP). Возделывание хлопчатника в ограниченном объеме почвы без калийного удобрения приводит к заметному снижению содержания калия.

Во все годы проведения вегетационного опыта урожай хлопка-сырца в сосудах с дважды промытой почвой был значительно выше, чем по фону с одной промывкой. Урожай в вариантах с внесением калийных удобрений выше, чем по фону азота и фосфора без калия. Правда, прибавка от калия небольшая и в отдельных случаях лежит в пределах ошибки опыта. В среднем за три года по фону с одной промывкой при урожае в контроле 117,4 г/сосуд от внесения хлористого калия прибавка составила 2,5, от азотно-кислого 4,4 и сернокислого 4,8 г/сосуд, по фону с двумя промывками — соответственно 5,3; 5,8 и 8,3 г/сосуд (табл. 78).

Таким образом, в условиях вегетационного опыта, где объем почвы ограничен, в результате выноса растениями хлопчатника содержание K₂O в почве заметно убывает, а роль вносимого калия начинает проявляться в отличие от полевых опытов.

ВЫВОДЫ

1. Почвы Голодной степи обеспечены обменным калием неодинаково.

Новоосвоенные земли Баяутского района содержат обменного калия более 400 мг/кг. В староорошаемой зоне Пахтааральского района таких земель в среднем 49,6%, в совхозе «Славянский», где почвы сравнительно засоленные и урожай хлопка-сырца низкий, — 96,8%, в совхозе «Пахтаарал», где почвы окультурены и в последние годы урожай составляют более 40 ц/га, — всего 6,6%.

Следовательно, почвы более давнего освоения, особенно там, где урожай сельскохозяйственных культур выносят большое количество калия, сравнительно обеднены этим элементом.

2. На почвах, обеспеченных обменным калием (более 300 мг/кг), внесение калийных удобрений из расчета 60—120 кг/га не оказывает заметного влияния как на содержание K₂O в растениях, так и на рост, развитие и урожайность хлопчатника.

3. В условиях вегетационного опыта, где объем почвы ограничен, наблюдается положительный эффект от калийных удобрений, особенно не содержащих хлор-иона.

4. На современном этапе культуры земледелия основные площади земель Голодной степи (79,8%) вполне обеспечены доступным для растений калием. Тем не менее около 20% земель наряду с азотным и фосфорным нуждаются в калийном удобрении, в частности хозяйства староорошаемой зоны, где на высокоокультуренных и хорошо опресненных почвах ежегодно получают высокие урожаи хлопка-сырца.

По плодородию целинные земли Голодной степи существенно отличаются от староорошаемых. В результате распашки целины в условиях орошения усиливается деятельность почвенных микроорганизмов; поливы и обработки почвы снижают скважность и водопроницаемость; длительное возделывание сельскохозяйственных культур в условиях химизации ведет к увеличению профиля гумусового горизонта, повышает запасы валовых и подвижных форм азота и фосфора.

Хлоридно-сульфатное засоление тормозит микробиологическую деятельность, в частности процессы нитратонакопления, ухудшает физические и химические свойства почв, отрицательно влияет на рост, развитие и плодообразование хлопчатника, снижает эффективность минеральных удобрений, а при содержании солей более 1,5% по плотному остатку в метровом слое внесение удобрений может привести к снижению урожайности.

Освоение хлопково-люцерновых севооборотов в сочетании с научно-обоснованными приемами агротехники позволяет повышать плодородие почвы с каждой ротацией, что подтверждается практикой совхоза «Пахтаарал».

Применение сравнительно высоких норм азота (200—250 кг/га) и фосфора (100—150 кг/га) под хлопчатник сдерживает потери гумуса, запасов валовых и подвижных форм азота и фосфора.

На окультуренных слабозасоленных светлых сероземах староорошаемой зоны внесение 100—120 кг/га азота по пласту и обороту пласта и 200—250 кг/га по старопашке обеспечивает получение урожая более 30 ц/га хлопка-сырца и высокий коэффициент использования азота и фосфора растениями.

На подверженных засолению почвах (0,7—0,8% и более плотного остатка) эффективны нормы азота 150—200 кг/га на старопашке, 60—90 кг/га по пласту и обороту пласта. Более высокие нормы не дают эффекта.

На целинных землях Голодной степи, имеющих более низкое

плодородие в сравнении со староорошаемыми почвами, повышение нормы азота до 150—200 кг/га сопровождается увеличением урожая при высокой оплате удобрений хлопком. Систематическое применение азотных удобрений способствует также улучшению химических и биологических свойств почвы.

На промываемых почвах наиболее эффективно предпосевное и припосевное внесение 25—30% годовой нормы азотных удобрений в сочетании с подкормками в начале бутонизации и цветения (до 5—10 июля). При внесении азота одновременно с севом (20—30 кг/га) на засоленных участках во избежание отрицательного влияния повышения концентрации почвенного раствора на всходы хлопчатника его необходимо заделывать на расстоянии 10—12 см от рядка.

Степень закрепления фосфора из удобрений зависит от типа почвы и ее окультуренности. Под влиянием промывок фосфор минеральных удобрений перемещается частично вглубь по профилю (до 10—15 см), но в пахотном слое содержание подвижных фосфатов не снижается.

Высокая эффективность фосфорных удобрений в Голодной степи по азотному фону проявляется не только в первые годы после распашки люцерников, но и в последующие годы ротации, что связано с быстрой минерализацией и значительным снижением в почве содержания органического вещества.

Для получения 30—40 ц/га хлопка-сырца и более на слабообеспеченных и необеспеченных фосфатами почвах, площади которых в Голодной степи составляют 66,7%, годовая норма фосфора должна быть в пределах 120—150 кг/га. На почвах, относительно обеспеченных фосфатами, годовую норму фосфора следует снижать до 60—90 кг/га, а на высокообеспеченных — не вносить или ограничиться внесением 30—40 кг/га P_2O_5 для ускорения развития хлопчатника и раннего раскрытия коробочек.

Сроки внесения фосфорных удобрений зависят от годовой нормы для каждого конкретного участка. При использовании в вегетацию эффективность фосфорных удобрений снижается.

При внесении фосфорных удобрений под пахоту основная масса их должна заделываться на глубину до 35—40 см, в период предпосевной обработки — на 14—16 см, при севе — на 10—12 см.

При основном внесении наиболее эффективны преципитат, двойной и гранулированный простой суперфосфат, которые меньше закрепляются, при севе — аммофос. Фосфорные удобрения типа термофосфатов труднодоступны и малоэффективны.

Почвы Голодной степи неодинаково обеспечены обменным калием, содержание которого зависит от давности их освоения и уровня культуры орошаемого земледелия. На современном этапе обеспеченность почв обменным калием сравнительно высокая: земель с содержанием более 300 мг/кг — 79,8%, 200—300 мг/кг — 14,3, менее 200 мг/кг — 5,9%.

При использовании калийных удобрений следует руководствоваться агрохимкартограммами. На почвах, содержащих более 300 мг/кг обменного калия, калийные удобрения не дают эффекта. На окультуренных землях с меньшей концентрацией обменного калия следует применять калийные удобрения, не содержащие хлора, в нормах 60—120 кг/га.

Урожайми хлопка-сырца 30—40 ц/га из почвы выносятся 117,0—180,3 кг/га азота, 43,2—58,5 фосфора и 113,4—166,5 кг/га калия. Это требует ежегодного возвращения в почву для последующих урожаев необходимого количества удобрений с таким расчетом, чтобы баланс азота, фосфора и калия был положительным.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдонин Н. С. Перспективы развития хлопководства. Доклад на объединенной научной сессии по хлопководству. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1958.
- Бабикова Г. Г. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность хлопчатника на светлых сероземах Голодной степи. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1969.
- Бабикова Г. Г. Пути повышения эффективности удобрений в хлопководстве. Ташкент, изд. СоюзНИХИ, 1975.
- Балашев Н. Н., Чуманов Я. И. Материалы по изучению эффективности удобрений. В сб. «Вопросы удобрения», вып. 1, Самарканд, Изд-во Наркомзема УзССР, 1929.
- Балябо Н. К. Повышение плодородия почв орошаемой хлопковой зоны СССР. М., Сельхозгиз, 1954.
- Батьякаев Ж. Я. Эффективность фосфорных удобрений на светлых сероземах в зависимости от насыщенности почв фосфатами. «Агрохимия», 1966 а, № 5.
- Батьякаев Ж. Я. Влияние сельскохозяйственных культур и удобрений на плодородие сероземов. Труды СоюзНИХИ, вып. XI, 1966 б.
- Батьякаев Ж. Я. Некоторые итоги опытов с удобрениями Пахтааральской агрохимлаборатории. Труды СоюзНИХИ, вып. XI, 1966 в.
- Батьякаев Ж. Я. Сроки внесения суперфосфата под хлопчатник в условиях Голодной степи. «Хлопководство», 1966 г, № 10.
- Батьякаев Ж. Я. О поведении фосфатов при промывках. «Хлопководство», 1968 а, № 10.
- Батьякаев Ж. Я. Минеральные удобрения и их эффективность в условиях Голодной степи (на узб. яз.). Ташкент, 1970.
- Батьякаев Ж. Я. Эффективность калийных удобрений в условиях Голодной степи. Научно-техн. бюлл. № 4, Ташкент, СоюзНИХИ, 1971.
- Батьякаев Ж. Я. Внесение калийных удобрений под хлопчатник. «Вестник с.-х. науки КазССР», 1972, № 9.
- Батьякаев Ж. Я. Особенности почв Голодной степи и эффективность минеральных удобрений (на узб. яз.). Ташкент, «Узбекистан», 1973.
- Батьякаев Ж. Я., Абдраимов А. А. Влияние удобрений и влажности почвы на развитие хлопчатника. «Агрохимия», 1970, № 11.
- Батьякаев Ж. Я., Адамбеков К. Роль промывки в Голодной степи. «Хлопководство», 1968, № 11.
- Батьякаев Ж. Я., Адамбеков К. Удобрение хлопчатника в условиях засоления. «Хлопководство», 1975, № 1.
- Батьякаев Ж. Я., Бабикова Г. Г. Результаты почвенного обследования в совхозе «Пахтаарал» и колхозе им. Амангельды Сырдарьинской области. Труды СоюзНИХИ, вып. XI, 1966.
- Батьякаев Ж. Я., Бектураев У. Удобрения по агрохимкартограммам. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1969, № 11.

- Батьяев Ж. Я. [и др.]. Агротехника возделывания хлопчатника в условиях Голодной степи (на узб. яз.). Ташкент, Объедин. изд-во ЦК КПУз, 1969.
- Батьяев Ж. Я., Лейман Д. Д. Эффективность применения минеральных удобрений в Голодной степи после люцерны и на старопашке. Труды СоюзНИХИ, вып. XI, Ташкент, 1971.
- Батьяев Ж. Я., Абдраимов А. А., Самойлова А. Ф. Изучение действия удобрений при разной влажности почвы на развитие и урожайность хлопчатника. Научно-техн. бюлл. № 1 (5), Ташкент, СоюзНИХИ, 1971.
- Батьяев Ж. Я., Задорожный Г. П., Мауленов А. Влияние доз и соотношений NPK минеральных удобрений на хлопчатник в условиях Голодной степи. Сб. трудов географической сети опытов с удобрениями, Ташкент, 1975.
- Бектураев У. Агрохимическая характеристика почв и эффективность удобрений на хлопчатнике в совхозе «Пахтаарал». Автореф. канд. дисс., Самарканд, 1965.
- Белоусов М. А. Физиологические основы корневого питания хлопчатника. Ташкент, «Фан» УзССР, 1975.
- Белоусов М., Мадраимов И. Физиологическая роль хлора и значение калийных удобрений в получении высокого урожая и улучшении качества хлопка-сырца. В кн. «Вопросы питания и биологии хлопчатника», Ташкент, 1960.
- Беседин П. Н. Состав и свойства коллоидно-иловых фракций и водопрочность агрегатов сероземов и лугов. В кн. «Почвоведение», Ташкент, 1954.
- Беспалов Н. Ф. Гидромультовое районирование и режим орошения культур хлопкового севооборота в Голодной степи. Автореф. докт. дисс., Ашхабад, 1970.
- Бушуев М. М. Отчет по Голодностепской опытной станции за 1915 г. Известия Голодностепской с.-х. опытной станции, вып. II, Ташкент, 1917.
- Виноградов Г. Н. Основные причины засоления земель и меры борьбы с ними (на примере Голодной степи). «Соц. с.-х. Узбекистан», 1939, № 8.
- Востокова Е. А., Шаврыгина А. В., Ларичева С. Б. Справочник по растениям-индикаторам грунтовых вод и почвогрунтов для южных пустынь СССР, М., Госиздат по геол. и охране недр, 1962.
- Гельцер К. К., Ласукова Т. П. Влияние культур на плодородие почвы в условиях орошаемого земледелия Средней Азии. Ташкент, 1934.
- Горобчук А. В. Влияние доз, сроков и форм азотных удобрений на урожай хлопчатника на подверженных засолению землях северо-восточной части Голодной степи. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1972.
- Гуссак В. Б., Насыров Я. М., Скворцов Ю. А. Почвообразование на лёссовых аккумуляциях разного возраста и плодородие сероземов. Ташкент, 1961.
- Дергунов И. Д. Изменение химических и некоторых физических свойств светлых сероземов Голодной степи под влиянием орошения. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1959.
- Джуманкулов Х. Д. Применение фосфорных удобрений в хлопководстве. В сб. «Хлопководство и применение удобрений в СССР», Душанбе, 1968.
- Димо Н. А. Влияние искусственного орошения и повышенного естественного увлажнения на процессы почвообразования и перемещения солей в почвогрунтах Голодной степи Самаркандской области. Предварительный отчет о второй поездке в Голодную степь в сентябре—октябре 1909 г., Саратов, 1911.
- Димо Н. А. Физические свойства и водный режим орошаемых сероземов Голодной степи. В кн. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», М.—Л., 1948.
- Дмитриенко П. А. О почвенных и агротехнических условиях эффективного применения удобрений на Украине. «Агрохимия», 1967, № 3.
- Домуллоджанов Х. Нормы удобрений на новых землях в зависимости от влажности почвы. «Хлопководство», 1966, № 5.
- Зеленин Н. Н. Эффективность форм фосфорных удобрений из фосфоритов Каратау на хлопчатнике. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1960.
- Зеленин Н. Н. Влияние различных форм фосфорных удобрений из фосфоритов Каратау на урожай хлопчатника. В сб. «Вопросы удобрения, дефолиации и десикации», вып. V, Ташкент, СоюзНИХИ, 1964.
- Зимина Н. И. Агрофизические свойства почв Голодной степи. В кн. «Почвы Голодной степи и их агрономическая характеристика», Ташкент, 1961.
- Иванов В. М., Касимова З. К., Саттаров Х. С. Эффективность калийных удобрений на светлых сероземах Андижанской области. В кн. «Вопросы обработки почв, орошение и удобрения», Ташкент, «Наука», 1966.
- Кадырходжаев П. Х. Эффективность минеральных удобрений на хлопчатнике в зависимости от доз и соотношений на вновь осваиваемых светлых сероземах Голодной степи. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1966.
- Кадырходжаев П. Х., Халилова М. Пути повышения эффективности удобрений в хлопководстве. Ташкент, СоюзНИХИ, 1975.
- Киселева И. К. Опыт мелиоративного регулирования режима грунтовых вод Голодной степи на примере совхоза «Пахтаарал». В сб. «Вопросы мелиорации Голодной степи», Ташкент, 1957.
- Ковда В. А. Краткий очерк геологии и рельефа Голодной степи. В сб. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIX, М., Изд-во АН СССР, 1948.
- Ковда В. А. [и др.]. Итоги исследовательской работы бригады почвенного института АН СССР в совхозе «Пахтаарал» (Голодная степь). «Почвоведение», 1940, № 6.
- Колясов Ф. Е. Цифровой справочник по эффективности удобрений, вып. 6, Ташкент, 1930.
- Кондратьева Г. К. Способы заделки удобрений, внесенных перед посевом по вспаханной почве. Сб. научных работ аспирантов, вып. V, Ташкент, 1964.
- Кононова М. М. К вопросу о распространении и функциях азотобактера в почвах Голодной степи. Бюллетень САГУ, № 9, 1925.
- Кононова М. М., Лагунова Е. П. Результаты по изучению органического вещества сероземов совхоза «Пахтаарал». КазССР. Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIII, М., Изд-во АН СССР, 1940.
- Коровин Е. П. Экологические типы пустынь Средней Азии и Казахстана. В кн. «Хозяйственное освоение пустынь Средней Азии», Ташкент, 1934.
- Коссович П. С. Исследования почв Голодной степи в пределах площади орошения 45 тыс. десятин. Труды с.-х. хим. лаборатории, вып. VII, Спб., 1909.
- Кудрин С. А. Фосфор в сероземах. «Изв. АН УзССР», 1947, № 1.
- Лазарев А. А. Агрономическая характеристика почв Голодной степи. В сб. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIX, М., Изд-во АН СССР, 1948.
- Лазарев С. Ф. Биогеноминеральный комплекс орошаемых почв Средней Азии. Ташкент, Изд-во САГУ, 1954.
- Мадраимов И. И. Калийное удобрение в хлопководстве. Автореф. докт. дисс., Ташкент, 1968.
- Лебедев Ю. П. О причинах образования в почвах Голодной степи поверхностного и подпахотного уплотнения. Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIX, М., Изд-во АН СССР, 1948.
- Маликин Н. П. Повысить эффективность минеральных удобрений. «Соц. с.-х. Узбекистана», 1949, № 1.
- Маликин Н. П. Роль удобрений в повышении плодородия почв и урожайности хлопчатника в Узбекистане. В кн. «Агрохимическая характеристика почв СССР», М., «Наука», 1967.
- Мамедов А. Русские ученые и развитие ирригации Средней Азии. Ташкент, «Узбекистан», 1965.
- Маннанов Н. М. Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в хлопководстве. В сб. «Хлопководство и применение минеральных удобрений в СССР», Душанбе, 1968.

Мачигин Б. П. Поглощение фосфатов почвами Средней Азии. Сб. научных трудов ЦСУА СоюзНИХИ, Ташкент, Госиздат, 1948.

Мачигин Б. П. Агрохимические свойства почв и влияние удобрений на развитие хлопчатника. Сб. научных работ по применению удобрений под хлопчатник. Ташкент, ЦСУА, 1957.

Мухля А. В. Почвы Голодной степи. Алма-Ата, Казахское краевое изд-во, 1936.

Неуструев С. С. Почвенный очерк Чимкентского уезда. Спб., 1910.

Новикова В. А. Исследование солеустойчивости хлопчатника. В сб. «Вопросы солеустойчивости растений», Труды УзФАН СССР, сер. XI, вып. 5, Ташкент, 1942.

Панков М. А. Климатические условия Голодной степи. В сб. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIX, М., Изд-во АН СССР, 1948.

Панков М. А. Почвы Голодной степи. В кн. «Голодная степь», Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1957.

Паников В. Д. Почвы, удобрения и урожай. М., «Колос», 1964.

Петров Е. Г. Опыт изучения засоления и меры борьбы с ним в совхозе «Пахтаарал» (Голодная степь). М., Сельхозгиз, 1934.

Писемская В. А. Удобрение хлопчатника в Азербайджане. В кн. «Удобрение технических культур», М., 1957.

Пономарева А. Т. Фосфорный режим почв и фосфорные удобрения. Алма-Ата, «Кайнар», 1970.

Попова И. М. Система удобрений для хлопково-люцерновых севооборотов Голодной степи. «Хлопководство», 1957, № 8.

Прасолов Л. И. Введение в книгу «Почвы Голодной степи как объект освоения и мелиорации», Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIX, М., Изд-во АН СССР, 1948.

Применение удобрений в Средней Азии и Чимкентской области КазССР, М., «Колос», 1968.

Протасов П. В. Азот в хлопководстве Средней Азии. Ташкент, СоюзНИХИ, 1961.

Протасов П. В., Кадырходжаев П. Х. Взаимозависимость действия удобрений и влажности почвы. «Хлопководство», 1966, № 10.

Протасов П. В., Мадраимов И. И. Применение удобрений под хлопчатник. Труды СоюзНИХИ, вып. 2, Ташкент, 1962.

Протасов П. В., Халмуратов Н. Азотное и фосфорное удобрение на землях Каршинской степи. «Хлопководство», 1969, № 1.

Прянишников Д. Н. Агрохимия. Избр. соч., т. 1, М., Сельхозгиз, 1963.

Разыков К. М. Эффективность азотных удобрений на хлопчатнике на вновь осваиваемых землях Голодной степи. Автореф. канд. дисс., Душанбе, 1965.

Разыков К. М. Изучение географических закономерностей действия сочетаний доз и соотношений, сроков и способов внесения перспективных норм минеральных удобрений на хлопчатник. Ташкент, СоюзНИХИ, 1975.

Рекомендации по применению местных, минеральных и бактериальных удобрений под хлопчатник и другие культуры в колхозах и совхозах УзССР. Ташкент, Изд-во МСХ УзССР, 1961.

Рождественский М. Н. Эффективность удобрений в хлопково-люцерновом севообороте на засоленных почвах Ферганской долины. В сб. «Влияние длительного применения удобрений на плодородие почв и продуктивность севооборотов», вып. 2, М., «Колос», 1964.

Розанов А. Н. Почвы Голодной степи. В сб. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», Труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXIX, М., Изд-во АН СССР, 1948.

Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. М., Изд-во АН СССР, 1951.

Розов Л. П. Нитрификация в почвах Голодной степи по наблюдениям 1919—1922 гг. «Вестник ирригации», Ташкент, 1925, № 10.

Рыжов С. Н., Агапова М. И. Зависимость урожайности хлопчатника от концентрации почвенного раствора. «Хлопководство», 1961, № 11.

Рыжов С. Н., Сучков С. П., Никифорова Н. Б. Смена растительного покрова и изменение свойств сероземных почв на перелогах и залежах. Ташкент, Изд-во САГУ, 1959.

Саакян К. Б. Причины неодинаковой эффективности фосфорных удобрений на различных почвах Средней Азии и Южного Казахстана. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1953.

Саакян К. Б. К вопросу о формах соединений фосфорной кислоты в различных почвах сероземной зоны. В сб. «Почвоведение и биология», вып. 291, Ташкент, «Фан» УзССР, 1966.

Сабитова З. Х. Влияние промывок на подвижность фосфатов. «Хлопководство», 1969, № 1.

Сатбагамбетов К. Полезно ли многократное внесение фосфорных удобрений. «Хлопководство», 1965, № 10.

Синягин И. И. К вопросу применения калийных удобрений под хлопок и люцерну. «Советский хлопок», 1936, № 3.

Соколов А. В. Агрохимия фосфора. М., Изд-во АН СССР, 1950.

Спицин А. К. Система удобрений в совхозе-техникуме «Пахтаарал». «Хлопководство», 1972, № 6.

Строганов Б. П. Физиологические основы солеустойчивости растений. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Султанов А. С. Итоги работ зональной агрохимической лаборатории за 1965—1966 гг. В кн. «Хлопководство и применение удобрений в СССР», Душанбе, 1968.

Сучков С. П. Изучение целинных почв в целях освоения. Бюллетень научно-технической информации, № 2, Ташкент, СоюзНИХИ, 1959.

Сучков С. П. Изменение светлых сероземов Голодной степи под влиянием освоения. В кн. «Почвы Голодной степи и их агрономическая характеристика», Ташкент, 1961 а.

Сучков С. П. Современное состояние орошаемых целинных почв Голодной степи и их агрономическая характеристика. Ташкент, 1961 б.

Тимирязев К. А. Земледелие и физиология растений. Соч., т. 3, М., 1937.

Теодорович Л. М. Особенности культуры хлопчатника в районах Голодной степи. «Изв. АН УзССР», 1957, № 1.

Толстова Л. Н. Калий в светлых и типичных сероземах, сформированных в лёссах разного возраста. Материалы 5-й конференции молодых ученых по сельскому хозяйству Узбекистана, Ташкент, «Фан» УзССР, 1968.

Турсунходжаев З. С. Научные основы севооборотов на землях Голодной степи. Автореф. докт. дисс., Ташкент, 1972.

Федоров Б. В. Об орошении Голодной степи. «Хлопковое дело», 1929, № 8—9.

Федоров Б. В. Определение степени засоления почв по растительному покрову. Ташкент, 1930.

Федоров Б. В. Агромелиоративное районирование зоны орошения Средней Азии. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1953.

Харьков Д. В. Химизация культуры хлопчатника. Ч. II, «Потребность среднеазиатских почв в удобрениях», Ташкент, Госиздат, 1933.

Харьков Д. В., Сабинин Д. А. Руководство-справочник по применению удобрений под хлопчатник Средней Азии, вып. 9, М., Сельхозгиз, 1932.

Хусанбаева О. М. Влияние засоления на микрофлору. Труды СоюзНИХИ, вып. X, Ташкент, «Фан» УзССР, 1966.

Чуманов Я. И. Сводка результатов полевых опытов с удобрениями в Средней Азии. Ташкент, Изд-во Наркомзема УзССР, 1929.

Чуманов Я. И. Эффективность минеральных удобрений в колхозах Узбекистана. Ташкент, 1937.

Чуманов Я. И., Маликин Н. П. Удобрение хлопчатника в Средней Азии. В сб. «Удобрение технических культур», М., 1957.

Чумаченко И. Н. Запасы фосфора в почве и условия эффективного применения фосфорных удобрений под хлопчатник в орошаемых районах Средней Азии. Автореф. докт. дисс., Душанбе, 1963.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.	3
Глава I. Почвы Голодной степи и изменение их плодородия в связи с культурой земледелия.	5
К истории изучения почв Голодной степи.	5
Почвенно-мелиоративные условия и плодородие земель Голодной степи.	7
Влияние засоления на производительную способность почвы.	23
Глава II. Минеральные удобрения.	28
Влияние минеральных удобрений на агрохимические свойства староорошаемых и целинных земель.	28
Влияние азотных удобрений на урожайность хлопчатника в полях севооборота на окультуренных светлых сероземах.	38
Эффективность азотных удобрений на подверженных засолению почвах.	58
Влияние водного режима и азотного питания растений на рост, развитие и урожайность хлопчатника.	68
Влияние азотных удобрений на новоосваиваемых землях.	76
Глава III. Эффективность фосфорных удобрений.	82
Поведение фосфорных удобрений в почвах Голодной степи.	82
Дозы фосфора под хлопчатник в полях севооборота.	91
Сроки и способы внесения фосфорных удобрений на подверженных засолению почвах.	104
Эффективность разных форм фосфорных удобрений.	112
Влияние органических добавок на эффективность разных форм фосфатов.	119
Глава IV. Эффективность калийных удобрений.	122
Роль калия в системе удобрения в условиях орошаемого хлопководства.	122
Содержание калия в светлых сероземах Голодной степи.	123
Эффективность калийных удобрений в полевых опытах.	126
Эффективность калийных удобрений в вегетационных опытах.	133
Заключение.	136
Литература.	139

Жан Якубович Батькаев

УДОБРЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Утверждено к печати
Ученым советом СоюзНИХИ

Редактор Д. Мангушева
Художник Е. Владимиров
Технический редактор Л. Тюрина
Корректор Т. Кормушина

ИБ 509

P05288. Сдано в набор 9/II-78 г. Подписано к печати 19/IV-78 г. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Бум. л. 4,5. Печ. л. 9,0. Уч.-изд. л. 9,2. Изд. № Н—119. Тираж 2000. Цена 1 р. 50 к. Заказ 32.

Типография издательства «Фан» УзССР, г. Ташкент, проспект М. Горького, 79.
Адрес изд.-ва: г. Ташкент, ул. Гоголя, 70.