

78644

Л. Н. Толстова

**Калий
в основных
почвах
природных
регионов
Узбекистана**



ФАН

631.4
71-529

78644

631.4:631.811.3(575.1)

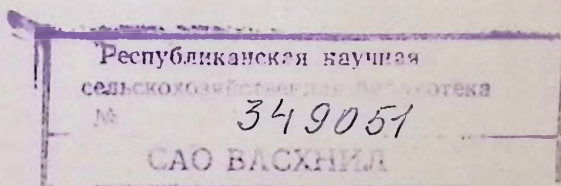
T

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

Л. Н. ТОЛСТОВА

КАЛИЙ
В ОСНОВНЫХ ПОЧВАХ
ПРИРОДНЫХ РЕГИОНОВ
УЗБЕКИСТАНА

81



ТАШКЕНТ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ФАН» АКАДЕМИИ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
1991

Толстова Л. Н. Калий в основных почвах природных регионов Узбекистана. Ташкент: Фан, 1991 г.

В монографии описаны природа превращения калия в почвах в зависимости от их генезиса, минералогического состава, давности освоения и региональных особенностей. Дана комплексная оценка калийного состояния почв Узбекистана на основе обеспеченности их этим элементом, предложены новые подходы к решению проблемы калия в земледелии.

Для почвоведов, агрохимиков, работников сельского хозяйства, студентов и преподавателей сельскохозяйственных вузов.

Ил.—3, табл.—56, библи.—175 назв.

Ответственный редактор
член.-корр. АН УзССР
Д. С. САТТАРОВ

Рецензенты:
доктора сельскохозяйственных наук
Т. П. ПИРАХУНОВ, А. З. ГЕНУСОВ

Т 3702050000—366 193—91
М 355 (04)—90

© Издательство «Фан» Академии наук
Узбекской ССР, 1991 г.

ISBN 5-648-01131-8

ВВЕДЕНИЕ

В республиках Средней Азии орошаемое земледелие имеет многовековую историю. Орошаемые почвы отражают генетические, зонально-климатические и антропогенные факторы. Принадлежность территории Узбекистана к Туранской провинции определила своеобразие его биоклиматических и почвенных условий. Части этой провинции, выделяемые А. З. Генусовым, Б. В. Горбуновым, Н. В. Кимбергом (1960) в обособленные регионы (округа), представляют собой в основном отдельные речные бассейны, имеющие специфические особенности по климату, геологическому строению, характеру стока, почвообразующим породам, рельефу, обводненности и почвенному покрову. Расчленение территории на экологически однородные геоморфологические регионы позволяет дифференцированно подойти к разработке мероприятий по повышению плодородия почв в республике.

Для внедрения научно обоснованной системы земледелия, в полной мере учитывающей природно-экономические условия территории, необходимо знать потенциальные возможности и природу превращения элементов питания, в том числе и калия, в основных почвах регионов. Систематическому изучению особенностей регионального почвообразования в Узбекистане посвящены исследования многих авторов. Однако вопросы влияния этих особенностей на калийное состояние почв в условиях интенсивного земледелия изучены недостаточно.

Неконтролируемое, ненаправленное антропогенное воздействие на почву в результате интенсификации сельского хозяйства порождает необратимые негативные явления. Необходимо сохранять состояние почвы пригодным для существования человека и одновременно направлять развитие почвенных процессов.

Длительное использование почвы в земледелии без комплекса мероприятий, направленных на восстановление ее вещественно-энергетических компонентов ведет к ее постепенной деградации. Ориентация производства в Узбекистане главным образом на имеющиеся в почвах запасы калия при широком применении азотно-фосфорных удобрений превратила его к настоящему времени в

лимитирующий фактор в земледелии. В результате ухудшились технологические качества волокна, снизилась урожайность и иммунитет хлопчатника к виру и другим заболеваниям, увеличилось количество воды, необходимое для получения единицы сухого вещества. Такое положение требует диагностики калийного состояния почв по отдельным районам республики.

При интенсификации ускоряется вынос калия с урожаем хлопчатника и при недостаточном применении калийных удобрений происходит отчуждение этого элемента из почв и снижение их плодородия. Для изучения сложившейся системы удобрений в республике и оптимизации рекомендаций производству актуальное значение приобретают исследования баланса и круговорота питательных веществ, которые дают возможность экономически оценить эту систему. Неотъемлемой частью таких исследований является изучение изменения агрохимических свойств, характеризующих уровень плодородия почв, которые позволяют, в частности, выявить основные направления изменений калийного состояния почв в условиях интенсификации. Эти проблемы в республике не получили должного внимания и значимость их возрастает в связи с необходимостью научного прогноза изменения калийного уровня почв и повышения эффективности калийных удобрений в целях сохранения плодородия почв, увеличения биопродукции и ее качества.

Цель наших исследований заключалась 1) в выработке системы показателей для комплексной оценки калийного состояния почв Узбекистана и дифференциации его в зависимости от региональных особенностей; 2) в выявлении направления изменения калийного уровня почв зоны хлопководия с учетом показателей баланса и круговорота и разработке рекомендаций по рациональному распределению калийных удобрений.

В настоящей работе приведены материалы по фракционному составу калия, прочности его связи с минеральной основой почв, десорбции калия, распределению его по резервам; характеристике усвояемости калия растениями, производительной способности почв и их минералогического состава применительно к различным почвенно-климатическим регионам республики. На основе этих исследований разработана система показателей для комплексной оценки калийного состояния почв и на новом уровне дана информативность критериев, характеризующих обеспеченность почв калием природных регионов. Установлена тесная связь показателей диагностики калийного состояния почв с региональными особенностями геологии и минералогии коренных и почвообразующих пород, возрастом и генезисом почв, а также протекающими в них процессами выветривания — почвообразования. Обосновывается дифференцированность калийного состояния почв не только в региональном плане, но и в пределах одного и того же бассейна при переходе от верховьев к низовьям в связи с изменением минералогических и кристаллохимических показателей.

Предпринята попытка выявления взаимосвязи обеспеченности почв доступным для растений калием и способности его к трансформации с особенностями генезиса почв в различных геохимических условиях регионов при длительном использовании их под орошаемое земледелие. Обобщение материала в этом аспекте дает представление о неодинаковых размерах калийного истощения различных регионов в условиях интенсификации сельского хозяйства. Выделены регионы, наиболее неблагоприятные в отношении калия, с повышенной потребностью в оптимизации калийного уровня почв.

Установлена закономерность по способности почв десорбировать калий из прочносвязанных форм при длительном применении низких и высоких доз калийных удобрений на азотно-фосфорном фоне. Для условий орошаемого земледелия Узбекистана и конкретно для почв отдельных регионов рассмотрены основные статьи баланса калия в системе почва — удобрение — растение — вода в целях научно обоснованной разработки приемов применения калийных удобрений под хлопчатник. Установлены оценочные параметры потребностей в калийных удобрениях на орошаемых почвах с учетом их региональных особенностей, возраста материнских пород, типового различия и обеспеченности подвижным калием и фосфором.

В работе получил новую трактовку и научное обоснование вопрос об изменении показателей плодородия почв с учетом баланса и круговорота.

Совокупность приведенных материалов позволила произвести комплексную оценку калийного состояния почв природных регионов республики, а также разработать принципы дифференцированного внесения калийных удобрений в зависимости от содержания в почвах подвижного калия и фосфора, которые использованы в рекомендациях по применению этих удобрений.

Калий — один из важнейших элементов питания растений. При недостатке калия могут происходить сдвиги водного, белкового и углеводного обмена в клетках и тканях растений, то есть дефицит калия приводит к нарушению гармоничного механизма всех биохимических и физиологических процессов.

Неразрывно связана с условиями калийного питания важная техническая культура хлопчатник. Недостаток калия в репродуктивный период развития хлопчатника изменяет структуру плодоношения, снижает урожайность и технологические качества волокна.

В Узбекистане длительное внесение малых доз калийных удобрений (50 кг/га) привело к ухудшению таких показателей как крепость, зрелость, промышленный сорт волокна. Согласно данным НПО «Союзхлопок», после внесения 125—200 кг/га калия увеличивалось количество коробочек на кусте (от 2,7 до 5,5 шт.), семян в дольке (от 30,8 до 32,5 шт.), формировалось больше пятистворчатых коробочек. Выход волокна увеличивался до 36,2%,

длина волокна — до 31,5 мм, крепость — до 4,8 гс, относительная разрывная нагрузка — до 26,5 гс/текс.

При калийной недостаточности снижается иммунитет хлопчатника к болезням и поражаемости вредителями. По данным Б. М. Исаева, с внесением калия в бутонизацию из расчета 75—150 кг/га заболеваемость этой культуры вилтом уменьшается на 15—25%.

Растения хлопчатника, недостаточно обеспеченные калием, значительно хуже переносят дефицит влаги, так как при этом нарушается регуляция обводненности коллоидных систем клетки (уменьшение тургора, сдвиг в координации устьичного аппарата) и происходит ухудшение водного режима растений. Этот фактор в засушливых условиях ведет к возрастанию количества воды, необходимой для получения единицы сухого вещества.

Глава I

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА

По особенностям почвенно-климатических условий Туранская провинция в пределах УзССР подразделяется на 8 округов. Исследования проводились в основном на сероземно-оазисных и лугово-оазисных почвах регионов Узбекистана — Нижнеамударьинского, Зарафшанского, Чирчик-Ангренского и Ферганского. Последовательно сменяя друг друга, они дают представление о калийном состоянии продольного почвенного профиля республики от отрогов Памиро-Алая до низовий Амударьи.

Нижнеамударьинский округ расположен в пустынной зоне, занимает дельту Амударьи с Хорезмским и Каракалпакским оазисами и пустынными древнеаллювиальными равнинами. Этот округ отличается малым количеством атмосферных осадков (около 100 мм в год) довольно суровыми зимами, что связано с вторжением холодных воздушных течений. Для него характерно наиболее низкое количество вегетационных зим (10%).

Основной источник минералов агроирригационных горизонтов — рыхлообломочный аллохтонный материал, который состоит из продуктов разрушения коренных метаморфических, массивно-кристаллических и осадочных пород, слагающих ядро горных сооружений водосборной площади русел Амударьи. Почвообразующими породами являются разные по возрасту аллювиальные отложения Амударьи. Гидрологические условия современной дельты Амударьи характеризуются затрудненностью подземного стока вследствие слабых уклонов поверхности дельты (Ходжибаев, 1975). По данным Ф. М. Рахимбаева (1980), на большей части орошаемой территории глубина грунтовых вод изменяется от 1 до 2 м, минерализация — от 1 до 5 г/л.

Почвы этого округа были изучены Н. В. Кимбергом, М. М. Кочубеем, С. А. Шуваловым (1964), И. Н. Фелициантом (1964), Т. П. Поповой (1978), Л. Турсуновым (1981), В. Г. Поповым, Б. Е. Сектименко, А. Турсуновым (1985) и др. В орошаемых оазисах основную площадь занимают лугово-оазисные почвы.

Территория округа обладает огромными почвенными ресурсами.

Чирчик-Ангренский округ выделяется в бассейнах Чирчика, Ангрена и прилегающих «Келесских чулях» в пределах Ташкентской области УзССР. Из-за ориентации горных хребтов на запад навстречу влажным воздушным течениям этот округ по сравнению с другими изученными округами характеризуется повышенным увлажнением и удлиненным мезотермическим периодом. Количество осадков в равнинной и предгорной частях составляет 300—500 мм/год, в горных районах — от 500 до 1600, число вегетационных зим достигает 30—40%, относительная влажность воздуха — 30% (в июле).

Геологическая история этого региона отличается чрезвычайной сложностью (Васильковский, Минакова, 1935, Аделунг 1937). В этом округе горные массивы (юго-западные отроги Тянь-Шаньского хребта), являющиеся областями сноса материалов для образования мелкоземистой толщи, представлены изверженными породами (интрузивами и эффузивами). В состав изверженных пород входит около 60% калневых полевых шпатов против 30% в метаморфических (преимущественно сланцев) и 10 — в осадочных породах (песчаниках и конгломератах). Интрузивы в пределах Чаткальского и Кураминского хребтов представлены богатыми калием породами — гранитами, гранодиоритами, содержащими 17% полевых шпатов и 12 биотитов, против соответственно 2 и 6% в осадочных породах. Кроме того, интрузивные породы в отличие от осадочных склонны к выветриванию, мелкоземистый тип продуктов их выветривания имеет большое влияние на образующиеся почвы (Генусов, 1964).

Наиболее распространенными почвообразующими породами округа являются лессы. Значительное распространение имеют также аллювиальные наносы современных речных долин. Из 571 тыс. га поливных земель на долю сероземно-оазисных почв, занимающих высокие лессовые террасы Чирчика и Ангрена, приходится 202 тыс. га и 232 тыс. га занимают орошаемые гидроморфные почвы (Генусов, 1983). Орошаемые земли округа почти не подвержены засолению. Особенности сероземно-оазисных почв является относительно малая (в среднем 0,5 м) мощность агропирригационного слоя вследствие незначительной мутности оросительной системы Чирчика и Ангрена. Благодаря особенностям климата и орографии здесь по сравнению с другими изученными округами хорошо выражены почвы горных районов (более 1 млн га).

Зарафшанский округ охватывает бассейн реки Зарафшан, его широкую долину, окруженную горными хребтами и граничащую на юго-западе с Кызылкумом.

В климатическом отношении этот округ характеризуется высокими термическими ресурсами, длительным ксеротермическим периодом и особой контрастностью в режиме выпадения осадков. Этот округ отличается от других изученных округов самой высокой суммой положительных температур в равнинной части, которая достигает 5000°. Здесь более мягкие условия зимнего периода:

количество вегетационных зим достигает 50%. В Зарафшанском бассейне наиболее распространенными коренными породами, служащими источником для образования твердого стока реки, являются осадочные породы. Для Зарафшанских гор характерны песчаники, известняки, брекчии, для Зирабулак-Знаэтинских гор — кварцево-сланцевые и хлоритово-талковые сланцы, которые чередуются с выходами гранитов, для Нуратинских гор — сланцы и эффузивы.

Большая часть Зарафшанской долины представлена слоистым аллювием — речными наносами, подстилаемыми галечником и только в восточной части галечники верхних террас покрыты лессами (Мавлянов, 1958). Подгорные покатые равнины — древние террасы реки покрыты пролювием и делювием прилегающих горных склонов. Следствием значительных уклонов поверхности долины среднего течения Зарафшана и подстилания почв галечником является отсутствие или слабая степень засоления орошаемых почв. От верховьев к низовьям засоление гидроморфных почв нарастает благодаря тому, что галечник залегает на большой глубине (3—6 м), а верхняя толща преимущественно глинистая и суглинистая.

Одной из особенностей почв округа является то, что древняя культура земледелия привела к образованию в долине мощных (2—3 м) агропирригационных наносов в связи с длительным орошением мутными водами Зарафшана. Эти наносы характерны для сероземно-оазисных (211 тыс. га), лугово-оазисных (155 тыс. га) почв сероземного пояса и для лугово-оазисных (231 тыс. га) почв пустынной зоны (Горбунов, 1957; Генусов, 1983).

Ферганский округ представляет собой котловину с весьма сложным рельефом. Окаймляющие ее горные хребты обрамлены широкой полосой предгорий, граничащих с мощными пролювиальными шлейфами. К ним примыкают цепи адыров. Периферия низменной части Ферганской впадины занята мощными конусами выносов рек, центральная ее часть представлена речными долинами (Панков, 1957). Орошаемая зона в основном сосредоточена в центрально-равнинном и адырных районах.

Особое замкнутое положение этого округа отражается на климатических условиях и определяет относительную устойчивость погоды. Характерны небольшая продолжительность ксеротермического сезона, малое количество вегетационных зим (25—30%) и наиболее высокая для Туранской провинции влажность воздуха (30—40% днем в июле месяце). В пределах орошаемой зоны выделяется климат предгорного пояса (восточная часть) с повышенным количеством осадков, влажности и пустынной зоны (западная и центральная часть) с большими перепадами температур, низким количеством осадков (до 100 мм), определяющим экстремально-аридный климат.

Геологическая основа развития почвенного покрова неоднозначна (Кушнар, 1937; Ланге, 1937; Васильковский, 1941). В Ферганском округе низкотермический Алайский, Ферганский хребтов,

поверхности адырных гряд предгорных шлейфов сложены осадочными породами — конгломератами, песчаниками, известняками, мергелями, которые являются бедными в отношении калия породами.

Ферганская долина большей частью выполнена мощными толщами пролювия. Заадырные впадины сложены пролювиально-делювиальными отложениями. Лессовые покровы приурочены к предгорьям и адырам Восточной Ферганы.

Сырдарья не дренирует полностью территорию Центральной Ферганы, вследствие чего здесь происходит частичная аккумуляция солей. По мере продвижения грунтовых вод от предгорной части вниз по конусам и межконусным низинам к Центральной древнеаллювиальной равнине химизм их меняется: от пресных гидрокарбонатно-кальциевых (магниевого) до сульфатно-натриево-магневых, с чем связано образование шохов и арзыков. Почвы этого округа изучали Б. В. Горбунов (1957), М. А. Панков (1957), С. А. Шувалов (1957), С. Н. Сучков (1950), В. Н. Ли (1978) и др.

Орошаемых почв в этом регионе больше, чем в других округах (свыше 900 тыс. га). Мощность агропирригационных горизонтов небольшая (60—80 см). Основными почвами являются сероземно-оазисные (350 тыс. га), лугово-оазисные, орошаемые луговые и болотно-луговые (228 тыс. га). В орошаемой центральной части преобладают орошаемые луговые сазовые почвы, часто с шохами и арзыками (137 тыс. га).

Объектами исследований служили основные орошаемые почвы названных выше округов Узбекистана, выделенных с учетом геоморфологического строения и по орографическим рубежам.

Неодинаковый генезис и неоднородность минералогического состава коренных пород на водосборах, являющихся основой для формирования рыхлых бассейновых отложений и ирригационных наносов, привели к различиям в минералогическом составе и калийном уровне почв и почвообразующих пород регионов.

Региональной особенностью крупнодисперсной части почв (0,25—0,1 мм) Зарафшанского и Ферганского округов является высокая их окварцованность (содержание кварца достигает 62,8—69,3%). Для почв Чирчик-Ангренского и Нижнеамударьинского округов характерно наиболее благоприятное количественное и качественное содержание калийных минералов (количество слюд варьирует в пределах 11—21%, причем преобладают биотиты). Слюды биотит-флогопитового ряда (триоктаэдрические) из-за особенностей кристаллической решетки наиболее неустойчивы к выветриванию. В структуре этих минералов щелочные и щелочно-земельные катионы занимают ослабленные позиции, в связи с чем калий из них значительно легче переходит в усвояемую форму, чем калий из группы мусковитов (диоктаэдрических).

Для познания характера изменения минеральной основы почвогрунтов и трансформации минералов в региональном плане был изучен состав коллоидно-илистой фракции. Если состав коренных горных пород определяют в основном минералы крупно-дисперсной

фракции, то на содержание глинистых минералов наряду с этим оказывают влияние климатические и геохимические условия существования почвообразующих пород. Климат в равнинной части Средней Азии в течение четвертичного периода не изменился и в условиях его из первичных минералов образовывались главным образом гидрослюды. На преимущественно гидрослюдистый состав илистой фракции в среднеазиатском регионе указывали многие исследователи (Горбунов, 1963; Аранбаев, Малаев, 1971; Зырин, Турсунов, 1971; Рыжов, Ташкузиев, 1976; Исмаев, 1980 и др.).

Минералогический состав высокодисперсных фракций почв изученных округов, как показали рентгенодифрактометрические исследования, однотипен и представлен каолинит-хлорит-гидрослюдистой ассоциацией глинистых минералов с примесью смешаннослойных образований типа гидрослюда-монтмориллонит, хлорит-монтмориллонит. Несмотря на единую генетическую направленность преобразования минеральной массы почв изученных регионов, выявлены некоторые количественные изменения в составе глинистых минералов.

Результаты исследований показали, что наиболее высокое содержание гидрослюдистых минералов (90—92%) характерно для тонкодисперсной фракции сероземно-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа. В аналогичных фракциях Зарафшанского и Ферганского регионов гидрослюд меньше и они примерно одного порядка.

Содержание глинистых минералов в илистой фракции сероземно-оазисных почв природных регионов

Глубина, см	Гидрослюда, %	Каолинит Fe-хлорит, %
Зарафшанский округ		
0—30	82,3	16,8
30—55	87,5	12,5
55—100	88,0	12,0
100—130	86,6	13,4
Чирчик-Ангренский округ		
0—33	91,5	8,5
33—58	92,0	8,0
58—100	90,0	10,0
100—130	91,0	9,0
Ферганский округ		
0—29	83,5	13,5
29—42	88,0	12,0
42—100	84,0	16,0
100—130	86,0	13,0

В гидроморфных почвах отмечено присутствие минерала с разбухающей фазой, связанное с дальнейшей трансформацией слюдистых и хлоритовых структур в зоне интенсивного увлажнения. Это подтверждают исследования П. А. Морозовой (1970), Х. Турсунова (1970), Л. Турсунова (1981), Д. Р. Исмаева, М. К. Ази-

мовой (1983), проведенные в высокодисперсных фракциях орошаемых гидроморфных почв отдельных регионов.

В неорошаемых гидроморфных почвах низовьев Амударьи Нижнеамударьинского округа содержание набухающей фазы нарастает при одновременном снижении блоков слюдястых пакетов. Наибольшее количество гидрослюда (81%) отмечено в верхней части лугово-такырной почвы, в результате активизации процессов выветривания при опустынивании (табл. 1).

Таблица 1

Содержание глинистых минералов в илстой фракции неорошаемых почв низовьев Амударьи, %*

Почва	Глубина, см	Гидрослюда (10 А)	Каолинит (7 А)	Разбухающие минералы
Левобережье				
Остаточно-болотная (Р. 19)	12—22	75	15	10
	22—38	71	17	12
	170—190	56	16	28
Остаточно-луговая тугайная (Р. 37)	0—6	71	19	10
	6—28	68	20	12
	150—170	64	16	20
Лугово-такырная (Р. 47)	0—8	81	19	—
	25—47	62	22	16
	71—100	60	15	25
Правобережье				
Остаточно-болотная (Р. 99)	8—20	75	20	—
	20—46	67	25	7,2
	103—130	60	25	—
Остаточно-луговая отакыри- вающаяся (Р. 76)	0—13	78	22	—
	40—66	69	25	5,6
	0—10	67	33	—
Луговая (Р. 96)	28—56	70	13	6,0
	80—100	50	25	25,0
	0—13	58	30	12
Солончак	40—56	51	28	21

* Данные П. А. Морозовой (расчет по Бискайя).

Вещественный химический состав минеральной части почв и их высокодисперсной части в изученных регионах в основном характеризуется слабым изменением химического состава почв в направлении карбонатно-сиалитного типа выветривания. Последнее отмечалось в почвах отдельных регионов Узбекистана многими исследователями (Горбунов Б. В., 1942; Морозова П. А., 1975; Толстова Л. Н., Валнев В. В., 1978, 1979; Толстова Л. Н., 1970, 1982; Исмаилов Д. Р. и др. 1985).

Региональные различия в вещественном составе сероземно-оазисных почв природных регионов незначительны и проявляются

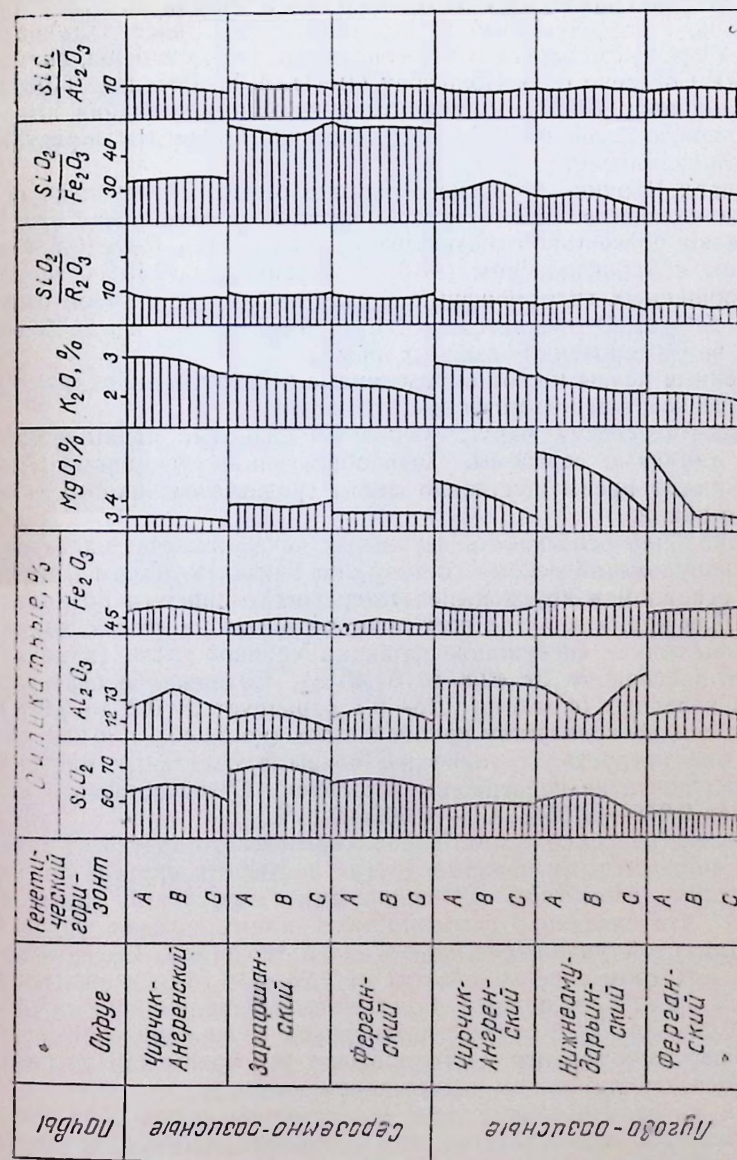


Рис. 1. Распределение оксидов калия, алюминия, железа, магния и кальция в валовом химическом составе почв регионов Узбекистана.

Агрохимическая характеристика сероземно-оазисных почв в орошаемых сероземах на лессах Чирчик-Ангренского округа (пояс типичных сероземов)

Разрез	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		CO ₂ карбонатов, %
		Гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Сероземно-оазисные								
6	0—33	1,18	0,123	0,306	2,47	48,0	401	5,88
	33—58	0,67	0,045	0,236	2,56	46,0	363	7,27
	58—100	0,38	0,042	0,134	2,04	9,0	181	9,84
	100—150				2,04	3,0	151	10,52
2	130—150					2,5		
	0—30	1,05	0,084	0,236	2,24	49,2	326	3,66
	30—52	0,65	0,060	0,158	2,27	10,0	241	6,29
	52—70	0,40	0,038	0,176	2,50	18,0	196	9,21
80	70—100	0,28	0,048	0,146	2,06	11,5	166	9,77
	0—35	1,14	0,078	0,310	2,47	48,3	354	5,36
	35—70	0,65	0,049	0,228	2,29	45,6	365	7,10
	70—100	0,60	0,048	0,158	2,14	11,0	211	10,04
7	100—150						135	11,28
	0—29	1,14	0,084	0,300	2,67	79,2	406	—
	29—41	0,78	0,069	0,252	2,68	25,6	424	—
	41—66	0,49	0,048	0,139	2,30	8,0	241	—
20	66—89	0,34	0,036	0,127	2,17	5,6	209	—
	89—110	0,31	0,033		2,11	4,0	206	—
	0—31	0,98	0,082	0,260	2,30	66	455	6,08
	31—47	0,68	0,056	0,206	2,30	7	320	8,53
	47—70	0,55	0,049	0,200	2,10	5	361	8,95
	70—100	0,48	0,048	0,188	2,10	4	320	9,15
	100—130	0,41	0,044	0,180	2,00		330	9,46
	Орошаемые типичные сероземы							
5	0—30	0,86	0,064	0,191	2,35	31	375	6,13
	30—80	0,75	0,062	0,158	2,31	8	361	7,01
	60—100	0,30	0,033	0,122	2,10	7	183	7,25
8	0—31	0,91	0,080	0,182	2,40	32	410	5,32
	31—60	0,63	0,048	0,157	2,37	6	398	8,97
	60—90	0,52	0,045	0,136	2,15	5	343	9,12
	90—120	0,37	0,043	0,120	1,96	3	266	9,55

в тенденции увеличения калия, полуторных окислов железа и понижения магния в почвах и илистых фракциях Чирчик-Ангренского округа по сравнению с Зарафшанским и Ферганским (рис. 1), что связано с особенностями их коренных пород (преобладание в Чирчик-Ангренском округе изверженных пород — гранитов, гранодиоритов). Согласно Б. Б. Полюнову (1934), А. Н. Розылову (1951), И. Н. Степанову (1975), из гранитной коры выветривания выносятся в первую очередь Са, Na, Mg, частично кремнезем, в результате чего накапливается Al, Fe, K.

В почвах Чирчик-Ангренского региона отмечено несколько пониженное количество кремнезема, в результате чего почвогрунты здесь имеют более узкое соотношение окислов SiO₂: R₂O₃ (6,75) по сравнению с Зарафшанским (8,10) и Ферганским (7,75) регионами. В орошаемых гидроморфных почвах изученных округов соотношение SiO₂: R₂O₃ сужается до 5,67 и ожелезнение в них более заметно, чем в сероземно-оазисных почвах.

Изученные почвы имеют определенные региональные отличия в литологическом и агрохимическом отношении.

Чирчик-Ангренский округ. Сероземно-оазисные почвы и орошаемые типичные сероземы. Почвообразующими породами этих почв являются преимущественно лессы среднечетвертичного ташкентского цикла.

Региональная особенность изученных почв заключается в том, что по гранулометрическому составу они близки к лессам и относятся в основном к крупнопылевато-среднесуглинистым разновидностям. Для них, как и для всех почв, развитых на лессах, характерно повышенное содержание фракции крупной пыли (в пахотном слое в основном от 42,8 до 51,46%). Содержание песчаных фракций невелико (фракция 0,25—0,1 варьирует от 0,2 до 3,9%). Вместе с тем по количеству крупной пыли (до 51,46%) и ила (до 19,8%) они превосходят такие же почвы в остальных округах. Эти почвы почти не подвержены засолению. Сухой остаток в них в пределах 0,048—0,196%, Cl — 0,003—0,11%.

Сероземно-оазисные почвы Чирчик-Ангренского округа по сравнению с аналогичными почвами других изученных округов богаче органическим веществом и основными элементами питания (табл. 2), что связано с особенностями климатических условий округа (высокой увлажненностью) и его геологией. Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 0,98 до 1,18%, в подпахотном — 0,57—0,82%, в нижней части метровой толщи оно снижается до 0,28—0,41%. В связи с повышением содержания органического вещества в верхней части профиля эти почвы характеризуются относительно высоким содержанием азота.

Одной из отличительных черт сероземно-оазисных почв этого округа является превосходство их в содержании валового фосфора. Максимальное его количество находится в пахотном и подпахотном слоях и носит биогенный характер накопления, высокая степень выраженности которого обусловлена значительной увлаж-

няемостью округа. В аналогичных почвах подгорных равнин Зарафшанского и Ферганского хребтов валового фосфора заметно меньше. Подвижным фосфором, извлекаемым 1%-ной углекислотной вытяжкой, почвы Чирчик-Ангренского округа достаточно и высоко обеспечены (в пахотном слое 48,0—72,2 мг/кг), что свидетельствует о высокой окультуренности этих почв.

Сероземно-оазисные почвы богаты валовым калием, особенно верхние горизонты почв (от 2,24 до 2,68%). С глубиной количество валового калия постепенно уменьшается и в почвообразующих породах его содержится от 1,84 до 2,10%. Сравнительно высокое содержание валового и подвижного калия (326—401 мг/кг) в

почвах этого округа связано с особенностями минералогического состава коренных и почвообразующих пород, а также геохимических условий, в которых сформировались сероземно-оазисные почвы.

Изученные орошаемые типичные сероземы также незасолены. Сухой остаток в пределах 0,068—0,044%; Cl и SO₄—тысячные доли процента. В сероземно-оазисных почвах по сравнению с орошаемыми сероземами имеет место некоторое накопление гумуса. Оро-

Таблица 3

Агрохимическая характеристика гидроморфных почв Чирчик-Ангренского округа (пояс типичных сероземов)

Разрез	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		CO ₂ карбоан- топ, %
		гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Лугово-оазисные почвы								
12	0—29	1,43	0,098	0,230	2,41	35,6	295	6,69
	29—44	0,72	0,065	0,216	2,31	9,4	192	7,95
	44—74	0,63	0,061	0,212	2,31	—	188	7,58
	80—100	0,52	0,036	0,178	2,26	4,7	188	9,82
	108—138	0,33	0,024	0,120	2,08	3,4	179	10,15
14	0—29	1,32	0,085	0,190	2,32	37,6	241	7,66
	29—42	0,89	0,081	0,139	2,32	7,6	146	8,17
	42—55	0,80	0,073	0,112	2,30	3,0	142	9,46
	55—75	0,71	0,073	0,105	2,30	2,7	157	10,78
	75—86	0,74	—	—	2,20	—	217	10,90
Орошаемые луговые								
16	0—31	0,86	0,041	0,146	2,16	21,2	72	9,27
	31—42	0,55	0,041	0,136	2,16	11,6	48	9,42
	42—65	0,41	0,035	0,126	2,16	1,8	39	12,23
	65—86	0,53	0,043	0,132	2,16	2,0	48	12,45
	86—104	0,42	0,031	—	2,16	—	48	12,57
15	0—33	1,44	0,095	0,156	2,28	45,6	277	13,33
	33—43	1,21	0,083	0,146	2,28	16,4	158	13,42
	45—67	0,47	0,042	—	2,27	—	139	13,28
	67—88	0,30	0,044	0,117	2,28	—	152	15,48
	88—98	0,52	0,055	0,114	2,41	—	84	15,17
Орошаемые болотно-луговые								
11	0—34	3,18	0,168	—	2,00	24,8	167	9,02
	34—45	1,13	0,081	0,144	2,21	6,1	121	9,66
	45—59	0,91	0,063	0,125	2,15	6,7	111	9,75
	59—68	0,71	0,031	0,125	2,00	—	121	7,96
	68—78	0,56	—	—	2,16	3,6	111	8,82
	78—105	—	—	0,125	2,28	2,7	87	8,20
	0—30	3,47	0,222	0,098	2,21	40,0	192	8,10
	31—52	3,61	0,212	0,252	2,14	19,3	171	7,67
	52—80	1,87	0,124	0,214	1,22	6,0	146	9,16
	80—95	0,74	0,055	0,202	1,83	3,5	124	14,29
	95—105	0,59	0,053	0,154	1,92	—	128	12,45
	105—120	0,41	—	—	2,04	—	142	11,50

шаемые сероземы выделяются меньшей насыщенностью валового фосфора в пахотном слое, чем сероземно-оазисные почвы (0,182—0,191% против 0,210—0,300). В орошаемых сероземах подвижной P₂O₅ также меньше, чем в сероземно-оазисных почвах, в которые длительное время вносились фосфорные удобрения. По содержанию валового и подвижного калия эти почвы слабо отличаются между собой (табл. 3).

Лугово-оазисные и орошаемые луговые и болотно-луговые почвы. Долина Чирчика и Ангрена в геоморфологическом и гидрологическом отношении занимает особое место. Широкое освоение земель этой части округа сопровождалось строительством разветвленной дренажной сети. В результате снижения уровня грунтовых вод до 1,5—3 м происходит остепнение почв (Ли, 1979). Со снижением уровня грунтовых вод и изменением режима увлажнения лугово-болотные почвы стали развиваться по типу луговых. Наибольшее значение имеют орошаемые луговые аллювиальные почвы. Эти почвы расположены в основном на второй надпойменной террасе рек.

Литологический профиль изученных гидроморфных почв характеризуется слоистостью — сменой глины, супесей и суглинков.

Близко залегающие пресные воды и относительно высокая влажность этого округа обусловили богатство почв перегноем и азотом. По содержанию гумуса гидроморфные почвы варьируют от 1,32 до 3,47% и превосходят изученные автоморфные почвы. Наибольшие показатели в этом отношении характерны для орошаемых болотно-луговых почв (см. табл. 3).

Валовым фосфором лугово-оазисные почвы более богаты, чем орошаемые луговые, что связано с давностью освоения и окультуривания лугово-оазисных почв, приведшее к обогащению верхних слоев этим элементом питания. Колебания в содержании подвижного фосфора определяются различным количеством внесенных фосфорных удобрений. По содержанию подвижного фосфора все исследованные почвы относятся к группам низкой (21,2—24,8 мг/кг) и средней (35,6—45,6 мг/кг) обеспеченности.

Изученные гидроморфные почвы содержат более 2% валового калия, за исключением супесчаной почвы (Р.16). Подвижного калия в орошаемых болотно-луговых почвах меньше, чем в орошаемых луговых и тем более в сероземно-оазисных почвах.

В лугово-оазисных почвах в связи с давностью их орошения карбонаты вымыты в нижнюю часть профиля (см. табл. 3). Количество карбонатов в профиле изученных гидроморфных почв (6,69—15,48%) больше, чем в автоморфных (3,66—13,40%).

Наряду с названными выше орошаемыми почвами в Чирчик-Ангренском округе для изучения почв вертикальной зональности были выбраны и заложены типичные профили от водоразделов к равнинам через высотные пояса, составленные из разрезов главнейших почв северной части Туранской почвенно-климатической провинции (Тянь-Шанской). Эти почвы развиты на лессах и лессо-

видных суглинках. Для избежания проявления привходящих факторов (эрозия и т. д.) разрезы закладывались в условиях максимально приближающихся к плакорным.

Зарафшанский округ

Сероземно-оазисные почвы. По механическому составу относятся преимущественно к категории среднесуглинистых. В лессах и пролювиальных отложениях преобладают частицы крупной пыли — 93,8—45,6%. По содержанию крупнопылеватой и илистой фракции сероземно-оазисные почвы Зарафшанского округа беднее, а по количеству крупного (0,4—8,4) и среднего (2,3—11,0%) песка богаче своих аналогов Чирчик-Ангренского округа. На более грубый (песчано-крупнопылеватый) механический состав орошаемых почв Самаркандского и Бухарского оазисов по сравнению с Ташкентским оазисом указывал А. Н. Розанов (1951, 1959).

Изученные сероземно-оазисные почвы этого округа не засолены. Плотный остаток составляет 0,048—0,220%, при 0,003—0,010 Cl и 0,007—0,125% SO_4 . Количество CO_2 в профиле почв колеблется от 6,24 до 10,23%. Выщелоченность верхней почвенной толщи сероземно-оазисных почв описываемого округа меньше, чем в их аналогах Чирчик-Ангренского округа, что обусловлено различием их гидротермического режима.

Следует отметить, что содержание гумуса в сероземно-оазисных почвах здесь ниже, чем в почвах Чирчик-Ангренского округа. В пахотном слое почв гумус в пределах 0,70—0,87%. В конце метровой толщи он составляет 0,31—0,54% (табл. 4). По-видимому, роль ирригационных наносов в накоплении гумуса в сероземно-оазисных почвах Зарафшанского округа не является положительной. Содержание валового азота полностью коррелирует с количеством гумуса и незначительно колеблется в пахотных слоях почв (0,059—0,78%).

По содержанию основных элементов питания сероземно-оазисные почвы Зарафшанского округа беднее своих аналогов в Чирчик-Ангренском округе (см. табл. 4).

Орошаемые типичные сероземы отличаются от сероземно-оазисных почв меньшей мощностью гумусового горизонта и низким содержанием валового фосфора (0,150—0,157% в пахотном слое против 0,172—0,212%). По содержанию подвижных форм фосфора орошаемые типичные сероземы относятся к низкообеспеченным (22,9—25,7 мг/кг), причем уменьшение подвижной P_2O_5 начинается уже с подпахотного слоя в отличие от сероземно-оазисных почв, для которых характерно постепенное снижение этих показателей. По содержанию подвижного калия орошаемые типичные сероземы значительно превосходят сероземно-оазисные почвы.

Лугово-оазисные почвы. Характеризуются слоистым гранулометрическим составом. Среди фракций преобладают фракции

Таблица 4

Агрохимическая характеристика сероземно-оазисных почв Зарафшанского округа

Разрез	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		CO ₂ карбонат, %
		гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
		Сероземно-оазисные на лессах						
		Пояс типичных сероземов						
10	0—30	0,87	0,059	0,208	2,35	9,0	240	7,35
	30—55	0,59	0,038	0,182	2,35	9,0	200	7,52
	55—100	0,42	0,042	0,144	2,16	7,0	190	8,88
	100—130				2,07	7,0	160	8,91
4	0—30	0,83	0,062	0,210	2,41	40,1	220	7,01
	30—55	0,67	0,059	0,176	2,41	24,0	120	7,23
	55—80	0,65	0,067	0,116	2,30	6,0	180	9,02
	80—100	0,48	0,041		2,30	6,0	160	9,00
		Сероземно-оазисные на пролювии						
		Пояс типичных сероземов						
5	0—27	0,86	0,078	0,212	2,41	48,8	180	6,24
	27—50	0,63	0,060	0,188	2,41	20,0	120	6,77
	50—100	0,54	0,066	0,126	2,31	11,0	100	7,59
	100—130				2,37	11,0	100	7,57
		Пояс светлых сероземов						
9	0—30	0,70	0,063	0,172	2,26	61,0	180	8,02
	30—50	0,53	0,042	0,156	2,26	43,0	100	7,70
	50—90	0,34	0,039	0,152	2,26	17,0	100	6,63
	90—150				2,18	3,0	120	7,87
1	0—35	0,73	0,060	0,204	2,34	53,5	220	9,68
	35—60	0,55	0,046	0,190	2,34	26,0	150	9,49
	60—90	0,40	0,042	0,188	2,18	9,0	150	9,87
	90—120	0,43	0,042	0,178	2,18	7,0	160	10,15
	120—150							10,23
		Орошаемые типичные сероземы на лессах						
111	0—25	0,59	0,058	0,157	2,32	25,7	380	6,6
	35—50	0,30	0,041	0,136	2,24	3,8	372	7,0
	50—70	0,22	0,023	0,123	2,21	2,3	306	8,8
	90—102	0,18	0,022	0,120	—	—	255	8,8
133	130—150			0,124				9,7
	0—38	0,72	0,048	0,150	2,37	22,9	352	6,9
	50—65	0,50	0,039	0,128	2,28	2,3	308	7,7
	65—90	0,48	0,028	0,120	2,25	1,8	264	8,6
	100—120	0,26	0,022	0,117			220	8,7
	150—170							9,5

крупной пыли и мелкого песка. Сумма их составляет 50—60% веса почвы, причем на долю крупной пыли приходится 28,2—39,2%, на долю мелкого песка — 11,8—27,1%. По механическому составу эти почвы относятся преимущественно к категории среднесуглинистых, но встречаются и супесчаные разновидности, в которых

количество физической глины составляет 11,6—18,0%, причем преобладает фракция среднего песка (24,5—34,7%).

По содержанию воднорастворимых солей лугово-оазисные почвы Самаркандского оазиса большей частью незасолены. Плотный остаток в них не превышает 0,060—0,228%. Общая щелочность невелика — 0,023—0,037%, Cl содержится 0,006—0,014%, SO₄ — 0,016—0,099%. Вниз по течению р. Зарафшан в Бухарском оазисе встречаются засоленные разновидности, в которых плотный остаток колеблется от 0,354 до 0,886% при содержании Cl — 0,105%, SO₄ — 0,412%.

По основным агрохимическим показателям лугово-оазисные почвы Зарафшанского округа уступают своим аналогам в Чирчик-Ангренском округе (табл. 5).

Таблица 5

Агрохимическая характеристика лугово-оазисных почв на аллювии Зарафшанского округа

Разрез	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		CO ₂ карбонатов, %
		гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ C ₅	K ₂ O	
2	0—27	0,98	0,078	0,191	2,35	37,0	156	9,09
	27—40	0,95	0,073	0,176	2,26	19,6	96	9,20
	40—50	0,72	0,067	0,172	2,26	18,0	72	9,73
	50—60	0,61	0,063	0,170	2,26	16,0	78	10,80
	60—85	0,59	0,050	0,170	2,17	16,0	72	10,06
	85—100	0,46	0,040	0,169	2,16	13,0	84	11,81
	100—120				2,15		96	12,73
	120—150				2,05		120	12,62
	150—180				2,05		108	12,32
	180—190				2,03		160	7,75
317	0—27	0,98	0,068	0,174	2,03	30,0	160	7,75
	27—38	0,92	0,065	0,145	1,99	18,7	140	7,34
	38—52	1,02	0,067	0,131	1,99	2,1	140	7,88
	52—95	0,54	0,050	0,140	1,86	1,3	120	—
	95—110	0,51	0,045	0,122	1,86	1,2	120	9,12
	110—190	0,56	0,045	0,127	1,45	1,5	108	—

Ферганский округ

Сероземно-оазисные почвы. По гранулометрическому составу относятся к среднесуглинистым с преобладанием частиц крупной пыли — 26,9—39,8%. По содержанию крупнопылевой и илстой фракций сероземно-оазисные почвы Ферганского округа, также как и Зарафшанского, беднее аналогичных почв в Чирчик-Ангренском округе. В количественном отношении и по характеру распределения фракций в литологическом профиле сероземно-оазисные почвы Ферганского и Зарафшанского округов примерно одинаковы. Следовательно, региональной особенностью сероземно-оазисных почв этих округов является более грубый (песчано-крупно-пылева-

тый) механический состав, по сравнению с их аналогами. Чирчик-Ангренского округа, отличающихся большей глинистостью.

Изученные сероземно-оазисные почвы Ферганского округа не засолены. Плотный остаток составляет 0,078—0,154 при Cl 0,006—0,031%, SO₄ 0,025—0,166%. По содержанию гумуса, фосфора, калия изученные сероземно-оазисные почвы (табл. 6) Ферганского региона беднее, чем почвы Чирчик-Ангренского, что обусловлено региональными особенностями климата, геологии, минералогии коренных и почвообразующих пород, а также геохимическими условиями формирования почв.

Таблица 6

Агрохимическая характеристика сероземно-оазисных почв (пояс типичных сероземов) Ферганского округа

Разрез	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		CO ₂ карбонатов, %
		Гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Сероземно-оазисные на лессах								
35	0—29	0,83	0,078	0,211	2,27	25,0	220	8,78
	29—42	0,67	0,064	0,186	2,21	22,0	190	8,78
	42—72	0,47	0,030	0,165	2,10	5,0	140	9,48
	72—95	0,34	0,030	0,156	1,89	5,0	140	9,73
	95—117	0,24	0,026	0,146	1,81	5,0	140	9,52
196	0—33	0,75	0,064	0,158	1,89	39,3	200	7,27
	33—48	0,61	0,058	0,170	1,89	27,7	175	7,46
	48—70	0,48	0,033	0,173	1,73	7,3	135	7,70
	70—100	0,31	0,028	0,151	1,51	6,8	135	7,33
	100—150				1,51		130	8,83
Сероземно-оазисные на пролювии								
74	0—35	1,08	0,094	0,212	1,98	27,0	193	9,79
	35—70	0,79	0,070	0,190	1,87	23,0	121	9,34
	70—100	0,43	0,042	0,130	1,83	14,0	88	9,61
	100—150			0,082	1,72	14,0	96	10,76

Лугово-оазисные аллювиальные и лугово-оазисные сазовые почвы. Последние были отобраны на территории, относящейся к Аим-Мархаматской задырной впадине. В литологическом отношении этот район характеризуется сочетанием пролювиальных и аллювиальных мелкоземистых отложений. Территория впадины расположена между адырами Кува-Андижанской гряды и предгорьями Алайского хребта и заполнена рыхлым обломочным материалом, отложенным реками и горными потоками. Обломочный материал перекрыт аллювиально-пролювиальными мелкоземистыми наносами. По сравнению с аллювиальными почвами оглеение в профиле сазовых почв выражено слабее, преимущественно окристоржавыми пятнами. В них нет горизонта, выделяющегося сильным оглеением и уплотнением. Обычно максимально оглеены

слои над грунтовыми водами. Это, видимо, связано с большей устойчивостью уровня грунтовых вод сазового режима. По механическому составу исследованные почвы относятся к категории средне- и тяжелосуглинистых. В профиле лугово-оазисных сазовых почв отмечается некоторая слоистость, но она не так резко выражена как в аллювиальных почвах.

Из-за орошения карбонаты в лугово-оазисных почвах (табл. 7) вымыты в нижележащие слои. Содержание гумуса в гидроморфных сазовых почвах по сравнению с автоморфными высокое, составляет 2,5—3,5%, причем самое большое его количество характерно для болотно-луговой почвы. Увеличение давности освоения гидроморфных почв сопровождается уменьшением органического вещества. Соотношение C:N в этих почвах довольно широкое, что указывает на меньшую обогащенность органического вещества азотом.

Таблица 7

Агрохимическая характеристика гидроморфных сазовых почв Ферганского округа

Разрез	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		C:N	CO ₂ карбо- натов, %
		гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Лугово - оазисная									
33	0—28	2,53	0,158	0,214	1,70	41	140	9,3	10,39
	28—43	2,49	0,158	0,196	1,70	21	120	9,1	10,50
	43—67	0,55	0,053	0,166	1,45	6	63	6,1	13,09
	67—80	0,28	0,043	0,153	1,45	5	63	5,1	12,70
	80—93	0,44	0,053	0,140	1,55	4	63	5,3	13,82
30	0—27	2,42	0,136	0,282	1,59	72	112	10,3	11,0
	27—38	2,39	0,136	0,210	1,49	40	72	10,1	11,44
	38—54	1,40	0,054	0,152	1,25	10	43	15,0	12,14
	54—91	0,66	0,026	0,140	1,20	9	24		17,91
	91—108	0,65	0,016						
Орошаемая луговая									
32	0—29	3,14	0,146	0,234	1,47	68	139	12,5	11,65
	29—42	2,91	0,151	0,187	1,36	21	84	11,0	12,70
	42—67	1,29	0,101	0,166	1,47	7	53	7,4	12,75
	67—94	1,04	0,082	0,144	1,63	4	43	7,2	10,23
Орошаемая болотно-луговая									
31	0—32	3,34	0,206	0,186	1,70	65	101	9,4	8,71
	32—45	3,99	0,242	0,166	1,86	30	96	9,5	7,87
	45—65	3,43	0,194	0,156	1,53	14	63	10,2	9,17

Гидроморфные сазовые почвы характеризуются очень низким содержанием валового калия и высоким валового фосфора. По количеству подвижных форм фосфата (42—72 мг/кг) эти почвы можно отнести к категории средне- и высокообеспеченных фосфором. По содержанию подвижного калия они относятся к группе низкой обеспеченности (101—186 мг/кг). Вследствие хорошей дренажной территории эти почвы большей частью не засолены.

Нижнеамударьинский округ

Лугово-оазисные и орошаемые луговые почвы на аллювиальных отложениях. Этими почвами заняты основные части всех древних оазисов пустынной зоны с близкими грунтовыми водами (Хорезмско-Турткульский и Нижнекаракалпакский оазисы).

По механическому составу исследованные гидроморфные почвы весьма разнообразны в пространстве и профиле. Дифференциация агропирригационного горизонта по гранулометрическому составу зависит от распределения осадков в «живых» дельтах и современных поймах: по мере движения к центру межарычных понижений гранулометрический состав утяжеляется и становится более однородным. Были изучены почвы от песчаных и супесчаных до глинистых с содержанием физической глины в пахотном слое от 6,0 до 60,4%.

Литогеологический профиль отражает слоистость почв. Относительно равномерным профилем по механическому составу отличаются почвы давнего орошения. Агропирригационный горизонт богат в основном мелкопесчаной и крупнопылевой фракциями.

Следует отметить, что региональной особенностью лугово-оазисных почв Нижнеамударьинского округа по сравнению с другими округами является низкое содержание фракции крупного песка (0,1—2,5%). По количеству же илистой фракции лугово-оазисные почвы этого региона, также как Зарафшанского и Ферганского, уступают своим аналогам в Чирчик-Ангренском регионе, что обусловлено особенностями их гидротермического режима.

Для гидроморфных аллювиальных почв пустынной зоны характерно широко распространенная засоленность, обязанная выносу и отложению солей восходящими токами влаги в условиях местного климата. Рассоление орошаемых земель достигается растворением и вымыванием солей из почв нисходящими токами при выпадении осадков, промывках и поливах сельскохозяйственных культур.

Все изученные почвы по характеру засоления являются хлоридно-сульфатные. Наиболее засоленные болотно-луговые почвы (Р.56, плотный остаток 1,988%), лугово-оазисные (Р.57, плотный остаток 0,988%) и орошаемые луговые (Р.25, плотный остаток 0,508%). Остальные почвы хорошо промыты от солей.

Гидроморфные почвы пустынной зоны Нижнеамударьинского округа бедны органическим веществом, содержание гумуса в основном меньше или около 1% (табл. 8). Орошаемые гидроморфные почвы этого округа по запасам органического вещества не имеют заметных преимуществ перед зональными автоморфными почвами пустыни. Показатели валового азота также невелики и находятся в соответствии с содержанием гумуса. Эти почвы отличаются в основном довольно низким количеством валового фосфора в пахотном слое (0,100—0,218%), особенно в орошаемых луговых почвах. Зависимости содержания подвижной фосфорной кислоты от давности орошения не наблюдается. Количество валового

Таблица 8

Агрохимическая характеристика гидроморфных аллювиальных почв
Нижнеамударьинского округа (пустынная зона)

№ раз- реза	Глубина, см	Валовые, %				Подвижные, мг/кг		СО ₂ карбонатов, %
		гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Лугово-оазисные								
47	0—32	1,13	0,068	0,208	2,01	10	181	9,1
	32—46	0,73	0,033	0,130	1,89	11	96	8,9
	46—65	0,49	0,018	0,122	1,78	8	56	8,2
	70—80	0,11	0,003	0,096	1,68	4	40	6,6
	100—110	0,21	0,008	0,104	1,32	2	40	7,2
27	0—28	0,90	0,070	0,184	1,98	30	197	9,1
	28—40	0,73	0,049	0,146	1,77	15,5	115	9,2
	40—65	0,56	0,028	0,148	1,63	5,5	96	9,9
	65—112	0,25	0,017	0,146	1,60	3,5	48	9,1
	112—153				1,52	3,5	48	9,9
55	0—35	0,71	0,055	0,212	2,19	33	232	8,9
	35—55	0,49	0,036	0,134	2,07	14	172	8,9
	55—80	0,47	0,032	0,128	2,07	2	164	8,4
	80—105	0,31	0,021	0,120	1,98	2	138	8,5
Орошаемые луговые								
46	0—29	0,98	0,076	0,134	2,24	47	211	8,6
	29—47	0,49	0,030	0,114	2,06	7	206	9,2
	47—75	0,29	0,012	0,126	1,86	5	86	8,3
	75—105	0,28	0,008	0,114	1,66	4	56	8,3
	0—28	0,73	0,060	0,172	1,89	43,5	219	11,2
25	28—38	0,68	0,059	0,160	1,89	34,2	132	10,2
	38—50	0,54	0,042	0,146	2,35	18,5	109	9,5
	71—124	0,48	0,056	0,146	2,35	5,5	121	12,6
	0—21	1,04	0,084	0,268	1,98	10,5	251	8,9
	21—28	0,99	0,028	0,262	1,84	10,0	203	8,9
21	28—43	0,77	0,007	0,260	1,84	5,6	139	8,9
	43—96	0,41		0,184	1,77	4,8	79	9,7
	96—125	0,37		0,152	2,06		96	10,1
	0—24	0,92	0,055	0,102	2,23	12,4	201	19,3
	24—52	0,95	0,055	0,100	2,32	18,4	201	19,5
27	52—80	0,92	0,052	0,086	2,35		161	18,8
	80—99	0,84	0,064	0,094	2,41		221	17,8
	99—107	1,22	0,071	0,094	2,32		201	16,1
	107—130	0,89						16,5

вого калия в пахотном слое в пределах 1,78—2,23%. Содержание подвижного калия в орошаемых луговых почвах несколько выше (201—250 мг/кг), чем в лугово-оазисных и варьирует в зависимости от гранулометрического состава. Среди орошаемых гидроморфных почв самые низкие показатели валового (1,48—1,63%) и подвижного (56—198 мг/кг) калия зафиксированы для болотно-луговых почв.

Исследования основывались на географической, стационарной и лабораторно-аналитической методиках. Все почвенные анализы, характеризующие общие агрохимические свойства почв, были определены общепринятыми методами.

Вещественный химический состав минеральной части почв определяли по Е. В. Аринушкиной (1970), минералогический состав крупнодисперсной части почв (0,25—0,1 мм) — на поляризационном микроскопе, тонкодисперсной части (<0,001 мм), выделенной по Н. И. Горбунову (1963), — рентгенодифрактометрическим методом. Идентификацию глинистых минералов проводили в соответствии с диагностическими признаками (Грим, 1956; Горбунов, 1968, 1971; Горбунов, Градусов, 1966; Градусов, 1967, 1971).

Формы калия в почвах определены следующими методами: органический калий — обработкой 30% перекисью водорода, водорастворимый — в водной вытяжке при соотношении почвы к воде 1:5, обменный — вытеснением 1% раствором углекислого аммония, обменнопоглощенный — 2Н НСl с настаиванием суспензии при температуре 25° в течение суток по Пчелкину (1966), необменный — 2Н НСl с кипячением по Важеннину и 20% НСl с кипячением по Гедройцу, валовой — спеканием по Смиту, калий минерального скелета — по разности между валовым и необменным калием, извлекаемым 20% НСl. Прочность связи калия с минеральной основой почв изучали методом последовательных многократных углеаммонийных (1%) и солянокислых (0,4 Н) вытяжек, десорбционную способность почв — возрастающими концентрациями НСl, калийный потенциал — по Асфиоде, Мак Леан (1966), резервы калия — по Горбунову (1977). Для определения усвояемости калия растениями и производительной способности почв регионов использован биологический метод истощающей культуры (метод проростков по Нейбауэру). Для изучения эффективности калийных удобрений и трансформации форм калия проводили вегетационные опыты в сосудах Вагнера по методике СоюзНИХИ по следующей схеме.

Внесение NPK, г/сосуд			Перед посевом			Распределение по срокам			Начало цветения		
N	P	K	N	P	K	В фазу 2 — 3 настоящих листьев	Начало буттизации		N	P	K

Контроль

—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	3
8	6	—	2	6	—	—	—	3	—	—	3
8	6	4	2	6	4	—	—	3	—	4	3
8	6	8	2	6	4	—	—	3	—	3	3
8	6	12	2	6	4	—	—	4	3	—	4

Наряду с вышеуказанными дозами в опыте были изучены половинные дозы удобрений. Для этого на почвенные разности — ново-

орошаемую луговую, тяжелосуглинистую (р. 32) и новоорошаемую луговую легкосуглинистую (р. 16) была наложена следующая схема.

N ва- риан- та	Внесено NPK, г/сосуд			Распределение по срокам								
				Перед посевом			Начало бутон- низации			Начало цвете- ния		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1 Контроль												
2	4	3	—	1	3	—	1	—	—	2	—	—
3	4	3	2	1	3	3	1	—	—	2	—	—
4	4	3	4	1	3	2	1	—	2	2	—	—
5	8	6	—	2	6	—	3	—	—	3	—	—
6	8	6	4	2	6	2	3	—	2	3	—	—
7	8	6	8	2	6	3	3	—	4	3	—	—

В новоорошаемых луговых почвах на аллювиальных отложениях тяжелосуглинистой и легкосуглинистой (р. 15, 16) изучалось последствие калийных удобрений. Азотные удобрения вносились в форме аммиачной селитры, фосфорные — суперфосфата, калийные — хлористого калия.

Вариационно-статистическая обработка материала (оценка достоверности различий в содержании форм калия по регионам) проведена по Плохинскому (1970), математическая обработка данных урожая и выноса в микроvegetационных и вегетационных опытах — по Перегудову-Снедекору (1961).

Баланс калия в хлопководстве республики изучали по статистическим данным и в длительных стационарных полевых опытах с хлопчатником, которые проводили на опытных станциях СоюзНИИХ. Баланс калия был рассчитан в системе растение — удобрение — вода. Дренажные воды были взяты на почвах с близким залеганием грунтовых вод в период промывных и вегетационных поливов.

Глава 2

КАЛИЙНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ОСНОВНЫХ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА

Для прогнозирования производства минеральных удобрений и урожаев большое значение имеет разработка как теоретических, так и конкретных представлений о запасах усвояемых веществ (Соколов, 1968). В связи с этим важное значение приобретают исследования по обеспеченности почв различных регионов элементами питания, в том числе калием.

Современное представление об обеспеченности растений доступным калием в почвах дает система показателей, взаимно дополняющих друг друга. Разработанная нами система отличается высоким уровнем информативности при количественной и качественной характеристике калийного состояния почв как в генетическом, так и в региональном плане.

Ведущие показатели для диагностики калийного состояния изученных почв определяли следующими методами: 1) химический метод — аналитическое определение форм калия различной степени подвижности в почвах с помощью определенных экстрагентов; 2) последовательное экстрагирование калия во времени из одной навески и извлечение его возрастающими концентрациями HCl для изучения прочности связи калия с минеральной основой почв и его десорбции в почвенный раствор; 3) определение резервов калия для дифференцированного учета его запасов и степени их доступности; 4) определение калийного потенциала для оценки подвижности обменного калия с учетом антагонистического действия кальция, что необходимо в почвах с высоким содержанием карбонатов; 5) биологический метод истощающей культуры, многократное последовательное выращивание которой на одной и той же почве дает представление о способности почв обеспечивать калийное питание растений и об их производительной способности; 6) изучение возраста материнских пород — лессов; 7) минералогический метод определения количественных и кристаллохимических показателей калийных минералов для характеристики почвенных запасов калия и скорости трансформации труднодоступных форм его в более доступные.

**Фракционный состав соединений калия
и степень их доступности**

В последнее время в литературе широко освещается вопрос о формах калия (Авакян и др., 1972; Братчева, Толстова, 1972; Адерихин, Беляев, 1973; Макаренко, 1975; Репина, 1978; Толстова, 1983, 1989; Прокошев, 1984; Никитишен, 1984; Жукова, 1986; Медведева, 1987; и др.). В Узбекистане же до настоящего времени при изучении проблемы обеспеченности растений доступным калием и характеристике калийных фондов почв, за исключением единичных работ (Азимова, Исмаилов, 1982; Рогачев, 1984; Вайс, 1988), ограничивались лишь исследованием обменных и валовых форм калия, что явно недостаточно. Для оценки потенциального плодородия почв по калию необходимо также изучение других, более прочно связанных, (резервных) форм.

Мало изучены особенности фракционного состава соединений калия в почвах и почвообразующих породах в зависимости от состава и генезиса размывающих исходных (коренных) пород на водосборах и условий переотложения их материалов в региональном аспекте. Изучение этих вопросов позволит более глубоко обосновать природу и общие закономерности распределения калийных фондов в почвенно-климатических округах республики.

В. А. Ковда (1984) писал: «Современный почвенный покров (совокупность различных генетических типов и почвообразующих пород), его пестрота и комплексность отражают не только современные и прошлые климатические и общегеографические условия, но прежде всего — биохимическую историю местности и типов баланса веществ в прошлом и настоящем». Деятельность рек в этом отношении имеет большое значение.

При длительном орошении на калийное состояние почв большое влияние оказывают минералогические особенности взвешенных и влекомых наносов речных бассейнов, образованных разрушением коренных пород под воздействием атмосферных осадков и при таянии ледников. Исследования показали близость химического и минералогического состава ила твердого стока рек и современной коры выветривания коренных пород (Зырин, 1974 г.).

В работах М. А. Орлова (1937), А. Н. Розанова (1951), Н. К. Баябо (1954), С. Н. Рыжова и др. (1965) установлено, что в результате длительного орошения протекавший ранее природный почвообразовательный процесс сменяется оазисным, для которого характерно постепенное накопление агроирригационных наносов и повышение биологически активной толщи почв. Наибольшая площадь распространения этих почв в Узбекистане отмечена в Зарафшанском, Нижнеамударыньском и Ферганском округах.

Результаты исследования фракционного состава соединений калия названных выше регионов показали, что наиболее высокое содержание подвижных и необменных форм калия установлено в орошающихся сравнительно светлыми водами сероземно-оазисных

Таблица 9
Формы калия в сероземно-оазисных почвах на лессах различных округов Узбекистана, пояс типичных сероземов

Округ	Глубина, см	K _в	K _{об}	K _{об.п}	K _{п.об} при кипячении			K _с	K _{вал}
					с 2 н HCl	с 20 % HCl	с 20 % HCl		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Чирчик-Ангренский	0 — 30	4,39/0,19	38,5/1,53	226/9,7	360/15,5	789/32,9	1538/66,1	2327	
	30 — 50	3,53/0,16	31,8/1,40	220/9,7	348/15,3	775/34,0	1502/65,9	2277	
	60 — 70	3,02/0,14	25,9/1,16	220/9,8	324/14,5	741/33,1	1495/66,9	2236	
	70 — 100	2,29/0,10	22,2/1,01	221/10,0	302/13,8	700/31,9	1493/68,0	2193	
	100 — 150	2,02/0,09	20,1/0,94	196/9,2	258/12,1	603/28,3	1624/71,7	2127	
Зарафшанский	150 — 180	2,30/0,11	15,5/0,29	195/9,2	240,11,3	572/26,9	1555/73,1	2127	
	0 — 30	3,75/0,16	21,5/0,93	202/8,8	293/12,7	610/27,8	1663/72,2	2303	
	30 — 50	0,22/0,10	19,2/0,87	191/8,6	292/13,2	632/28,5	1583/71,5	2215	
	50 — 70	1,95/0,09	17,6/0,82	178/8,3	268/12,5	636/29,6	1515/70,4	2151	
	70 — 100	2,15/0,10	14,5/0,66	185/8,4	286/13,0	611/23,3	1686/76,7	2197	
Ферганский	100 — 150	1,84/0,09	14,1/0,69	171/8,4	255/12,5	603/29,5	1438/70,5	2041	
	150 — 180	1,64/0,08	14,8/0,75	175/8,9	238/11,8	485/24,7	1479/75,3	1964	
	0 — 30	4,10/0,18	22,0/0,97	163/7,2	271/11,9	646/28,5	1624/71,5	2270	
	30 — 50	3,54/0,16	19,4/0,88	150/6,8	258/11,7	540/24,5	1660/75,5	2195	
	50 — 70	2,76/0,13	15,0/0,71	137/6,5	251/11,9	479/22,8	1621/77,2	2100	
	70 — 100	2,40/0,12	14,6/0,73	138/6,9	249/12,5	426/21,3	1574/78,7	2000	
	100 — 150	1,65/0,08	13,5/0,67	135/6,8	224/11,2	426/21,3	1574/78,7	2000	
	150 — 180	1,50/0,75	13,7/0,69	137/6,9	185/9,3	425/18,2	1635/81,8	2000	

Примечание. В числителе — K₂O мг / 100 г, в знаменателе — % от валового.

почвах Чирчик-Ангренского округа (табл. 9). Это связано с формированием в нем слабо окварцованных агроирригационных горизонтов, по механическому составу мало отличающихся от лессов, с высоким содержанием калиевых минералов (в связи с преобладанием изверженных коренных пород — интрузивов), а также высокой его увлажняемостью, влияющей на аккумуляцию зольных элементов питания, в том числе и калия. Благодаря этим факторам длительное орошаемое земледелие не привело к формированию почв, значительно обедненных подвижными и резервными формами калия. Показатели фракционного состава калия сероземно-оазисных и лугово-оазисных почв лишь немного уступают показателям, полученным для орошаемых почв (табл. 9, 10).

Таблица 10

Формы калия в орошаемых типичных сероземах природных округов, K_2O мг/100г

Глубина, см	K _в	K _{об}	K _{об, п}	K _{н. об}		K _с	K _{вал}
				2н HCl	20% HCl		
Чирчик- Ангренский округ							
0 — 30	4,87/0,21	41,2/1,76	241/10,3	386/16,5	809/34,6	1531/65,4	2340
30 — 50	3,96/0,17	38,8/1,71	232/10,3	360/15,9	809/35,7	1454/64,3	2263
50 — 70	3,52/0,16	33,5/1,55	232/10,7	352/16,3	786/36,3	1377/63,7	2163
70 — 100	2,89/0,14	28,6/1,36	232/11,02	323/15,3	755/35,9	1350/64,1	2105
100 — 150	2,44/0,16	23,9/1,14	232/11,02	275/13,1	671/31,9	1434/68,1	2105
150 — 180	2,35/0,12	16,8/0,80	232/11,02	275/13,1	604/28,7	1501/71,3	2105
Зарафшанский округ							
0 — 30	2,95/0,13	39,2/1,67	225/9,6	390/16,6	743/31,6	1608/68,4	2351
30 — 50	1,23/0,06	37,4/1,66	216/9,6	374/16,6	743/33,0	1506/67,0	2249
50 — 70	1,90/0,09	33,2/1,51	216/9,8	354/16,1	743/33,8	1457/66,2	2200
70 — 100	2,26/0,10	27,0/1,28	216/9,8	354/16,1	700/31,8	1500/68,2	2200
100 — 150	2,00/0,09	23,2/1,11	216/10,3	300/14,3	700/33,4	1396/66,6	2096
150 — 180	4,58/0,07	15,8/0,78	216/10,7	300/14,9	610/30,3	1404/69,7	2014

Иные закономерности отмечены для почв Зарафшанского округа. Плодородие почв этого округа в значительной мере определяется ирригационными наносами. Длительное орошение мутными водами Зарафшана со взвешенными в них сильно окварцованными частицами твердого стока (Розанов, 1959, Молодцов, 1965) способствовало образованию в этом округе мощных агроирригационных горизонтов с более грубым, чем лессы, песчано-крупно-пылеватым механическим составом, отличающихся высокой окварцованностью (отношение кварца к полевым шпатам в изученных почвогрунтах 5,2—7,0 против 3,8—4,5 в Чирчик-Ангренском округе). Эти факторы обусловили невысокое содержание в сероземно-оазисных почвах Зарафшанского округа подвижных и необменных резервных форм калия, которых соответственно в 1,5—2,0 и 1,2—1,3 раза меньше, чем в орошаемых сероземах, где еще не сформировались

агроирригационные горизонты (табл. 9, 10). На низкое содержание подвижного калия в сероземно-оазисных почвах Самаркандской области указывают данные М. И. Братчевой (1974).

Агроирригационные наносы на поливных землях Ферганского округа менее мощные, чем в Зарафшанском и Нижнеамударыньском, что связано со значительными уклонами поверхности и небольшой мутностью вод. Оросительные воды приносят на поля со взвешьями незначительные количества подвижного калия (15,0—21,9 мг/100 г) и необменных его форм (450—482 мг/100 г), так как в этом округе основной источник сноса рыхлого материала представлен бедными в отношении калия осадочными породами (конгломератами, песчаниками). Надо полагать, что это и является основной причиной сравнительно низкого содержания калия в сероземно-оазисных почвах данного округа.

При сопоставлении сероземно-оазисных почв на пролювиальных отложениях с аналогичными почвами на лессах Ферганского и Зарафшанского округов зафиксирована более низкая обеспеченность подвижными и резервными формами калия почв на пролювиальных отложениях.

Учитывая изложенное выше, можно утверждать, что в неодинаковых геохимических и климатических условиях природных регионов созданы различные калийные фонды почв. Процесс истощения подвижными и необменными формами калия в почвах происходит по-разному и зависит от региональных особенностей минералогического состава коренных и почвообразующих пород, а также генезиса этих почв в период использования под орошаемое земледелие.

В результате того, что количественное и качественное содержание минералов почвогрунтов колеблется не только по регионам из-за различия генезиса и состава коренных пород на водосборах, послуживших основой для формирования мелкоземистой толщи, но и в пределах одного и того же бассейна по мере удаления от области питания, изменяется и калийный уровень почв.

При переходе от верхнего течения к нижнему перемещаемый материал подвергается процессам минерализации и химической дифференциации. По данным В. А. Молодцова (1965), отношение кварца к полевым шпатам в староорошаемой почве Самаркандского оазиса (среднее течение) уже (1,8—2,4), чем в почве Бухарского оазиса (нижнее течение) (2,7—3,1), что подтверждает положение, высказанное А. Н. Розановым (1959) о том, что агроирригационные отложения подгорных областей менее окварцованы, чем отложения равнинных областей. Это объясняется малой устойчивостью полевых шпатов, которые при транспортировке водой в значительной степени разрушаются. В то же время Н. Г. Зыриным и Х. Турсуновым (1971) отмечается, что в процессе транспортировки вниз по реке слюдяные минералы гидролизуются и теряют значительное количество калия (нарастает выщелоченность слюд). Гидрослюды, образующиеся при частичном удалении калия из про-

межутка между слоями элементарного пакета, близки к деградированным иллитам. Кроме того, для Зарафшанского региона Т. А. Соколовой, Н. Т. Кузнецовой и И. Г. Клюкановой (1978) установлено, что при переходе от горных районов к равнинам в составе илистой фракции взвешенных наносов убывает количество железно-магнезиальных (триоктаэдрических) слоистых минералов и возрастает содержание диоктаэдрических слюд, о чем свидетельствует изменение величины отношений интенсивностей $10\text{\AA}/5\text{\AA}$ отражений, которые уменьшаются от верхнего течения к нижнему от 2,6 до 2,0.

Указанные закономерности изменения минералогического состава илистых фракций взвесей обусловлено тем, что иллиты и хлориты с большим содержанием железа имеют высокий удельный вес и осаждаются прежде всего, а более легкие тонкодисперсные частицы монтмориллонита продолжают свой путь миграции в составе взвесей и оседают в низовьях. Следовательно, если специфичность пород на водосборах определяет набор доминирующих минералов, то условия рельефа способствуют дифференциации минералогического состава. При переходе от горных районов к равнинам, согласно Т. А. Соколовой и др. (1978), «эта дифференциация заключается в увеличении в составе илистых фракций взвесей разбухающих минералов монтмориллонитовой группы и в возрастании доли диоктаэдрических слоистых силикатов по сравнению с триоктаэдрическими».

Таким образом, от места выхода реки из гор к дельте в составе илистой фракции наносов отмечается уменьшение слоистых минералов и преобладание структур диоктаэдрического типа, устойчивых к выветриванию, в связи с чем зафиксировано снижение в том же направлении обменно-поглощенных и необменных форм калия в твердом стоке реки и в почвах. Так, в Зарафшанском округе вниз по течению реки содержание обменно-поглощенного калия во взвеси уменьшается от 361,5 мг/100 г до 232,9 мг/100 г, необменного — от 726,6 до 542,7 мг/100 г (табл. 11). Такие же закономерности в распределении этих форм калия по мере удаления от источника вниз по течению отмечены и для почв (табл. 12). Надо полагать, что чем больше доля калия, извлекаемого 2н и 20% соляной кислотой (почвы среднего течения Зарафшана), тем менее прочна его связь с решеткой алюмосиликатов, тем неустойчивее эти алюмосиликаты к кислотному гидролизу. Это обусловлено триоктаэдрической структурой иллитовых минералов, неустойчивых к выветриванию, в которых позиции калия ослаблены. Так, среди изученных почв максимальная от валового содержания доля калия, извлеченного как 2н HCl (8,3—8,9% от валового), так и 20% HCl (23,3—29,6% от валового), зафиксирована для сероземно-оазисных почв среднего течения Зарафшана. В аналогичных почвах нижнего течения процент данных форм калия снижается и составляет соответственно 6,0—6,9 и 19,4—25,9%, что свидетель-

Таблица 11

Формы калия во взвесах и водах рек и оросителей (средние данные за 2 года)

Место взятия	K ₂ O во взвесах, мг/кг				K ₂ O в воде, мг/л
	K _{обм}	K _{обм} , г	K _{н. обм}	K _{нал.} , %	
1	2	3	4	5	6
Зарафшанский округ					
Верхнее течение Зарафшана (у Пенжикента)	88,4	3615	7266	2,09	2,41
Среднее течение (около г. Самарканда)	112,5	3519	7069	2,16	3,02
Нижнее течение (у г. Назон, перед ГРЭС)	186,2	2329	5427	1,97	6,03
Зарафшан + Аму-Бухарский канал (у г. Гиждувана)	142,4	2410	6266	2,16	6,03
Аму-Бухарский канал (у Кызыл-Тепе)	131,5	2410	5784	2,09	6,03
Ороситель Бухарской опытной станции	120,5	2169	6266	1,97	6,03
Нижнеамударынский округ					
Среднее течение Амударьи (у Дюльдюля до Туя-Мутоиского водохранилища). Вход в Хорезмский оазис	186,2	2049	6748	2,03	5,22
Нижнее течение (г. Нукус, у гидроузла Тахияташ)	263,9	1928	5781	1,93	6,70
Нижнее течение (в 25 — 30 км от г. Муйнака, близко к Аралу)	241,0	1809	5230	2,22	6,62
Ферганский округ					
Наманганский канал	144,4	1707	4820	1,91	1,20
Арык-Хан (у г. Намангана)	104,0	1700	4499		2,41
Южно-Ферганский канал (ЮФК за г. Кува)	182,5	2008	4631	1,89	3,01
Канал Савай (Кургантепинский р-н)	219,1	2088	4499	1,89	2,41
Канал Дехканабад (у ст. Федченко)	201,2	2008	4531	1,95	3,01
Северный Ферганский канал (СФК)	150,7	1806	4530	1,86	0,40
Чирчик-Ангренский округ					
р. Карасу (Среднечирчикский район)	358,1	2305	7712	2,27	2,90
Арык Салар (Янгйольский район)	436,1	2906	8134	2,22	0,03

ствует об ослаблении кислотного гидролиза и устойчивости к выветриванию калийсодержащих минералов диоктаэдрического типа.

Содержание обменного калия в твердом стоке реки и почвах, а также калия в воде низовьев Зарафшана оказалось больше, чем в верховьях. Это обусловлено накоплением монтмориллонитов (по-видимому, низкозарядных), в которых калий, сорбированный

Таблица 12

Формы калия в сероземно-оазисных почвах среднего и нижнего течения
Зарафшана, K_2O мг/100 г

Глубина, см	K _в	K _{об}	K _{об. п}	K _{н. об} при кипячении		K _с	K _{нал}
				с 2н HCl	с 20% HCl		
Среднее течение							
0 — 30	3,75/0,16	21,5/0,93	204/8,8	303/13,2	640/27,8	1663/72,2	2303
30 — 50	0,22/0,10	19,2/0,87	191/8,6	292/13,2	632/28,5	1583/71,5	2215
50 — 70	1,95/0,09	17,6/0,82	178/8,3	268/12,5	636/29,6	1515/70,4	2151
70 — 100	2,15/0,10	14,5/0,66	185/8,4	286/13,0	611/23,3	1686/76,7	2197
100 — 150	1,84/0,09	14,1/0,69	171/8,4	255/12,5	603/29,5	1438/70,5	2041
150 — 180	1,64/0,08	14,8/0,75	175/8,9	238/11,8	485/24,7	1479/75,3	1964
Нижнее течение							
0 — 30	4,90/0,27	25,0/1,09	160/6,9	265/11,6	545/23,8	1745/76,2	2290
30 — 50	3,51/0,16	23,1/1,05	157/6,9	240/10,9	570/25,9	1630/74,1	2200
50 — 70	2,50/0,14	20,0/0,91	132/6,0	225/10,2	540/24,5	1660/75,6	2200
70 — 100	2,50/0,13	20,0/0,91	132/6,0	225/10,2	426/19,4	1774/80,6	2200
100 — 150	2,00/0,10	18,0/0,90	142/6,6	206/10,3	426/21,4	1654/78,5	1990
150 — 180	2,00/0,10	17,0/0,85	132/6,6	206/10,3	426/21,4	61564/78,5	1990

на планарных неспецифических позициях, относится, согласно И. П. Куйбышевой (1985), к категории интенсивно обменного калия, легко переходящего в почвенный раствор.

Таким образом, калийное состояние почв зависит не только от количества калийных минералов, но и от их кристаллохимических показателей, от соотношений ди- и триоктаэдрических слюд.

В изученных округах наряду с сероземно-оазисными наиболее распространенными являются гидроморфные почвы. Среди исследованных лугово-оазисных аллювиальных почв природных регионов наиболее высокими показателями по обеспеченности подвижными и резервными формами калия обладают почвы Чирчик-Ангренского округа (табл. 13), что связано с его региональными особенностями, отмеченными при характеристике сероземно-оазисных почв. Благодаря высокой слюдистости крупнодисперсной части почвогрунтов Нижнеамударьинского округа и более узкому отношению кварца к полевым шпатам (2,8—3,2) почвы пустынной зоны Нижнеамударьинского округа по обеспеченности калием не уступают аналогичным почвам сероземного пояса Ферганского и Зарафшанского округов, а в некоторых случаях (по необменным формам калия) превосходят их.

В лугово-оазисных почвах пустынной зоны Нижнеамударьинского и Ферганского округов почти во всех горизонтах отмечена тесная положительная корреляционная связь, часто переходящая в функциональную, между обменным и обменно-поглощенным калием ($r=0,74—1,00$), между обменным и необменным (2н HCl) ($r=0,76—1,00$), между обменно-поглощенным и необменным (20%

Таблица 13

Формы калия в лугово-оазисных аллювиальных почвах различных округов Узбекистана

Округ	Глубина, см	K _в	K _{об}	K _{об.п}	K _{н.об} при кипячении		K _с	K _{пал}	
					с 2н HCl	с 20% HCl			
Сероземный пояс									
Чирчик-Ангренский	0—30	4,10	24,5	212	306	650	1667	2317	
		0,18	1,06	9,1	13,2	28,1	71,9		
	30—50	2,38	18,4	194	283	588	1621	2209	
		0,11	0,83	8,8	12,8	26,6	73,4		
	50—70	1,60	17,2	187	252	577	1506	2083	
		0,08	0,03	9,0	12,1	27,7	72,3		
	70—100	1,92	17,8	171	234	555	1412	1967	
		0,10	0,90	8,7	11,9	28,2	71,8		
	100—120	1,96	16,1	150	206	499	1385	1884	
		0,10	0,85	8,0	10,9	26,5	73,5		
	Зарафшанский	0—30	3,66	17,8	197	282	532	1671	2203
			0,17	0,81	8,9	12,8	24,1	75,9	
30—50		2,14	13,7	185	264	488	1661	2149	
		0,10	0,64	8,6	12,3	22,7	77,3		
50—70		1,68	9,3	163	221	518	1575	2093	
		0,08	0,44	7,79	10,6	24,7	75,3		
70—100		1,75	9,5	137	220	484	1451	1935	
		0,09	0,49	7,08	11,4	25,0	75,0		
100—120		1,75	10,3	138	202	460	1395	1855	
		0,09	0,55	7,44	10,9	24,7	75,2		
Ферганский		0—30	3,37	18,8	146	248	549	1637	2186
			0,15	0,86	6,8	11,3	25,1	74,9	
	30—50	1,63	12,3	141	196	439	1558	1997	
		0,08	0,61	7,1	9,6	22,0	78,0		
	50—70	1,60	10,9	117	167	388	1661	2049	
		0,06	0,53	5,7	8,2	18,9	81,1		
	70—100	1,37	9,6	114	153	383	1417	1800	
		0,07	0,53	6,3	8,5	21,3	78,7		
	Пустынная зона								
	Нижнеамударьинский	0—30	4,28	18,1	178	265	561	1450	2041
			0,21	0,88	8,7	12,9	27,4	72,5	
		30—50	2,78	12,7	101	230	513	1406	1919
0,14			0,66	8,4	11,9	26,7	73,3		

Округ	Глубина, см	K _D	K _{об}	K _{об.п}	K _{н.об} при кипячении		K _C	K _{вал}
					с 2н HCl	с 20% HCl		
	50—70	2,30 0,12	10,4 0,56	151 8,1	229 12,3	513 27,6	1347 72,4	1810
	70—100	2,17 0,12	9,4 0,54	140 8,1	223 12,8	456 26,3	1279 73,7	1735
	100—150	2,17 0,14	7,0 0,47	127 8,7	200 13,4	374 24,9	1123 75,0	1497
	150—180	2,05 0,15	8,2 0,64	125 8,9	205 14,7	354 25,4	1041 74,7	

Примечание. В числителе — K₂O мг/100 г, в знаменателе — % от валового.

Таблица 14

Формы калия в гидроморфных почвах на аллювиальных отложениях
Чирчик-Ангренского округа, K₂O мг/100 г

Глубина, см	K _B	K _{об}	K _{об.п}	K _{н.об} при кипячении		K _C	K _{вал}
				с 2н HCl	с 20% HCl		
Орошаемые болотно-луговые							
0—30	2,80/0,12	17,5/0,82	120/5,6	166/7,8	473/22,2	1658/77,8	2131
30—50	1,85/0,09	13,9/0,65	109/5,1	155/7,2	364/16,9	1783/83,0	2147
50—70	1,60/0,07	14,2/0,65	96/4,4	138/6,4	372/17,2	1796/92,8	2168
70—100	1,48/0,07	12,8/0,62	94/4,5	127/6,1	353/17,0	1421/83,0	2074
100—120	1,55/0,07	11,5/0,55	94/4,5	119/5,7	325/15,6	1761/84,4	2086
Орошаемые луговые							
0—30	3,50/0,16	26,7/1,21	220/10,0	326/14,8	677/30,8	1523/69,2	2200
30—50	3,12/0,14	20,3/0,92	220/10,0	300/15,0	600/27,3	1600/72,7	2200
50—70	2,50/0,18	20,8/0,98	208/9,9	298/14,1	600/28,5	1507/71,5	2107
70—100	1,51/0,08	19,5/0,97	208/10,4	251/12,5	592/22,5	1416/70,5	2008
100—120	1,51/0,08	19,5/0,99	17,2/8,8	210/10,7	500/25,6	1646/74,4	1954
Лугово-оазисные							
0—30	4,10/0,18	24,5/1,06	212/9,1	306/13,2	650/28,1	1667/71,9	2317
30—50	2,38/0,11	18,4/0,83	194/8,8	283/12,8	588/26,6	1621/73,4	2209
50—70	1,60/0,08	17,2/0,83	187/9,0	252/12,1	577/27,7	1506/72,3	2083
70—100	1,92/0,10	17,8/0,90	171/8,7	234/11,9	555/28,2	1412/71,6	1967
100—120	1,96/0,10	16,1/0,85	150/8,0	206/10,9	499/26,5	1385/73,5	1884

Примечание. В числителе — K₂O мг/100 г, в знаменателе — % от валового.

Формы калия в гидроморфных сазовых почвах на пролювиальных отложениях
Ферганского округа, K₂O мг/100 г

Глубина, см	K _D	K _{об}	K _{об.п}	K _{н.об} при кипячении		K _C	K _{вал}
				с 2н HCl	с 20% HCl		

Сероземный пояс

Орошаемые болотно-луговые

0—30	3,40 0,18	10,2 0,53	57 2,9	103 5,3	197 10,2	1732 90,0	1929
30—50	2,40 0,13	10,0 0,52	54 2,8	91 4,8	197 10,3	1715 89,7	1912
50—70	1,80 0,10	6,0 0,35	35 2,0	47 4,7	197 11,4	1531 88,6	1728

Орошаемые луговые

0—30	4,00 0,23	19,5 1,14	173 10,1	280 16,3	334 19,5	1379 80,5	1713
30—50	2,92 0,17	18,3 1,06	164 9,5	260 15,0	320 18,5	1411 81,5	1731
50—70	2,17 0,14	15,4 0,93	150 9,1	210 12,7	320 19,4	1331 80,6	1651
70—100	1,65 0,10	11,4 0,70	137 8,5	190 11,7	269 16,6	1350 83,4	1619
100—150	1,55 0,10	11,0 0,76	125 8,6	180 12,4	220 15,2	1231 84,8	1451

Лугово-оазисные

0—30	4,13 0,21	16,4 0,84	137 7,1	231 11,9	302 15,6	1636 84,4	1939
30—50	4,21 0,23	14,2 0,77	120 6,5	220 12,0	280 15,2	1551 64,7	1832
50—70	2,75 0,16	10,4 0,61	100 5,8	143 8,4	212 12,4	1495 87,5	1708
70—100	1,88 0,11	9,4 0,56	79 4,6	144 8,5	207 12,2	1492 87,8	1699
100—150	1,42 0,08	9,4 0,54	52 3,0	147 8,5	197 11,4	1536 88,6	1734

Глубина, см	K _в	K _{ос}	K _{об.п}	K _{н.об} при кипя- чении		K _с	K _{вал}
				с 2н HCl	с 20% HCl		
Пустынная зона							
Лугово-оазисные							
0—30	4,50	16,3	123	163	336	1617	1953
	0,23	0,89	6,3	8,3	17,2	82,8	
30—50	3,40	10,3	114	151	327	1626	1953
	0,17	0,53	5,8	7,7	16,7	83,3	
50—70	2,43	9,7	123	146	273	1681	1954
	0,24	0,50	6,3	7,5	13,9	86,0	
70—100	2,15	8,2	110	161	231	1722	1953
	0,10	0,42	5,6	8,2	11,8	88,2	
100—150	2,00	10,0	123	169	237	1652	1889
	0,10	0,53	6,5	8,9	12,5	87,5	

Примечание. В числителе — K_2O мг/100 г, в знаменателе — % от валового

Таблица 16

Формы калия в гидроморфных почвах на аллювиальных отложениях пустынной зоны Нижнеамударьинского округа, K_2O мг/100 г

Глубина, см	K _в	K _{об}	K _{об.п}	K _{н.об} при кипячении		K _с	K _{вал}
				с 2н HCl	с 20% HCl		
Орошаемые луговые							
0—30	5,66/0,27	21,9/1,04	199/9,5	308/14,7	667/31,8	1429/68,1	2097
30—50	2,61/0,26	17,2/0,83	179/8,6	258/12,4	584/28,0	1495/71,9	2079
50—70	1,94/0,09	11,1/0,53	150/7,2	242/11,6	530/25,5	1548/74,5	2078
70—100	2,13/0,11	12,1/0,64	169/8,9	264/13,9	633/33,4	1261/66,6	1894
100—150	2,10/0,11	10,9/0,58	143/7,5	257/13,6	582/30,7	1313/69,3	1895
150—180	2,10/0,11	9,6/0,51	140/7,5	257/13,7	499/26,6	1374/73,4	1873
Лугово-оазисные							
0—30	4,28/0,21	18,1/0,88	178/8,7	265/12,9	560/27,4	1480/72,5	2041
30—50	2,78/0,14	12,7/0,66	161/8,4	230/11,9	512/26,7	1406/73,3	1919
50—70	2,30/0,12	10,4/0,56	151/8,1	229/12,3	512/27,5	1347/72,4	1860
70—100	2,17/0,12	9,4/0,54	140/8,1	223/12,8	456/26,3	1279/73,7	1735
100—150	2,17/0,14	7,0/0,47	127/8,7	200/13,4	374/24,9	1123/75,0	1497
150—180	2,05/0,15	8,9/0,61	125/8,9	205/14,7	354/25,4	1041/74,7	1394

Примечание. В числителе — K_2O мг/100 г, в знаменателе — % от валового.

HCl) ($\gamma=0,61-1,00$). Это обусловлено слабой выветрелостью почвогрунтов пустынной зоны, определяющей более четкую зависимость обменного калия от прочносвязанных необменных его форм, которые являются отражением региональных особенностей почвообразующей породы.

Самые минимальные показатели по всем формам калия (кроме калия минерального скелета) зафиксированы для лугово-оазисных сазовых почв на пролювиальных отложениях сероземного пояса и пустынной зоны Ферганского округа. В этих почвах обменно-поглощенного калия в 1,5 раза, а необменного калия, извлеченного 20 HCl, в 2 раза меньше, чем в почвах Чирчик-Ангренского округа (табл. 14, 15), что обусловлено незначительным содержанием его в отложениях, на которых сформировались эти почвы.

С увеличением степени гидроморфизма (от луговых почв к болотно-луговым) количество обменных и необменных форм калия резко снижается во всех изученных регионах. Так, в Чирчик-Ангренском округе в более увлажняемых орошаемых болотно-луговых аллювиальных почвах количество обменного калия в 1,5 раза, а обменно-поглощенного и необменных форм калия в 1,5—2,0 раза меньше, чем в орошаемых луговых почвах. Для аналогичных гидроморфных сазовых почв Ферганского округа эта разница значительно выше (табл. 15, 16). Подобные закономерности обусловлены тем, что при нарастании увлажнения усиливается преобразование минеральной основы почвенного поглощающего комплекса (Grim, Bray, Bradley, 1937).

В верхней части профиля лугово-оазисных и орошаемых луговых почвах Чирчик-Ангренского округа фракционный состав имеет близкие величины, а в Ферганском и Нижнеамударьинском с давностью орошения происходит снижение подвижных и резервных форм калия, что связано с генезисом почв этих регионов в период их использования под орошаемое земледелие (см. табл. 14, 15 16). Однако эти закономерности проявляются для гидроморфных почв в значительно меньшей степени, чем для автоморфных.

Сравнительная оценка подвижных и резервных форм калия в автоморфных и гидроморфных почвах изученных регионов показала существенные различия между этими почвами. Установлено, что орошаемые гидроморфные почвы на аллювии и пролювии беднее почв зонального типа — орошаемых сероземов на лессах — не только обменным калием (Жориков, 1940; Кудрин, 1947; Горбунов, Кобзева, 1976; Мадраимов, 1985), но и необменными его формами (см. табл. 9, 13). Если в полуметровой толще лугово-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа количество обменного калия составляет 24,5—18,4 мг/100 г почвы (1,06—0,83% от валового), необменного, извлеченного 20% HCl — 650—588 мг/100 г (28,1—26,6% от валового), то для сероземно-оазисных почв — соответственно 31,5—29,0 (1,40—1,27%) и 809—775 мг/100 г (34,8—34,0% от валового). Эта разница для аналогичных почв Зарафшанского и Ферганского округов несколько синвелирована, что

обусловлено низкой обеспеченностью сероземно-оазисных почв калием.

Неодинаковый калийный уровень этих почв обязан различию их генезиса и минералогического состава. Для автоморфных почв характерно преобладание в составе высокодисперсных минералов хорошо окристаллизованных гидрослюдов, богатых калием. Эти минералы под влиянием гидроморфного почвообразования подвержены интенсивной трансформации, которая приводит к замене калия на магний. Гидрослюдистые минералы, подверженные изменению, отличаются от хорошо окристаллизованных слюдов не только более низким содержанием калия, но и беспорядочностью в положении их слоев, что, согласно Р. Е. Гриму и В. Ф. Брэдли (1955), связано с разным составом силикатных структурных единиц или с присутствием монтмориллонитового слоя между слоями слюды.

В Нижнеамударыинском округе были изучены также почвы недавно «живой» дельты, которые в результате уменьшения паводков и падения уровня Арала интенсивно опустыниваются (Городецкая и др., 1985; Духовный и др., 1985). Эти почвы, согласно В. Г. Попову, В. Е. Сектименко, А. А. Турсунову (1985, 1986), в условиях аридизации эволюционировали в остаточно-болотные, остаточно-луговые, лугово-такырные. Генетическая принадлежность основных почв нижней части дельты Амударьи находится в зависимости от геоморфологических условий (Фелицант, 1953).

Из-за интенсивного обсыхания дельты и резкого изменения условий почвообразований подвижные и необменные формы калия в процессе эволюции претерпевают некоторую трансформацию. Содержание этих форм калия в верхних слоях почв зависит от направления и выраженности почвообразовательного процесса.

При ослабленном грунтовым увлажнении и переходе луговых алювиальных почв в лугово-такырные создается благоприятное соотношение форм калия, при котором высокий уровень насыщенности верхнего слоя почв обменным калием (37,8—58,2 мг/100 г) поддерживается большими запасами необменного калия ближнего (247—295 мг/100 г) и отдаленного (1021—1060 мг/100 г) резервов. Такое обогащение верхней части профиля отакыривающихся почв в условиях опустынивания происходит за счет накопления гидрослюда (78—81%) табл. 17) в связи с активизацией процесса выветривания, отмеченного А. А. Рафиковым и Г. Ф. Тетюхиным (1981). Резкое изменение окружающей среды (обсыхание) вызывает напряжение в решетках минералов, а из напряженных структур калий идет свободнее.

Параметры, полученные при вариационно-статистической обработке данных, показали достоверный уровень обеспеченности почв регионов отдельными формами калия. Оценка достоверности в содержании форм калия позволила установить, что по степени изменчивости водорастворимый калий — сильноварирующий признак (коэффициент варируемости колеблется от 3 до 35% в сероземно-оазисных почвах и от 8 до 44 — в лугово-оазисных), так как

Таблица 17

Формы калия в почвах дельты Амударьи

Глубина, см	K _в	K _{об}	K _{об. п}	K _{п. об} при кипячении		K _с	K _{дал}
				с 2н НСl	с 20 % НСl		
1	2	3	4	5	6	7	8
Левобережье							
Остаточно-луговые							
0—6	29,4 1,61	30,2 1,66	205 11,3	394 21,8	627 ¹⁰ 34,6	1183 65,4	1810
6—28	4,2 0,23	7,7 0,43	136 7,5	231 12,8	530 29,3	1280 70,7	1810
28—44	1,6 0,09	5,6 0,32	113 6,4	211 11,9	482 27,4	1278 72,6	1760
83—99	1,6 0,08	6,8 0,35	121 6,2	205 10,4	434 22,1	1526 77,6	1966
Лугово-такырные							
0—2	28,2 1,36	58,2 2,81	295 14,2	469 22,6	1021 49,3	1049 50,7	2070
2—8	10,4 0,50	37,8 1,83	247 11,9	434 20,9	1060 51,2	1060 43,8	2070
8—25	1,2 0,07	7,0 2,65	208 11,8	293 16,5	386 21,8	1384 78,2	1770
25—47	0,6 0,04	4,2 0,25	108 6,4	193 11,4	386 ¹⁰ 22,8	1304 77,2	1690
71—110	0,9 0,06	1,5 0,09	102 6,5	187 11,8	337 21,3	1243 78,7	1580
Правобережье							
Остаточно-болотные							
0—8	14,1 0,64	21,0 0,96	181 8,3	—	506 23,1	1684 76,9	2190
8—20	10,1 0,46	18,1 0,83	172 7,8	—	530 24,2	1680 75,8	2190
21—46	3,0 0,14	12,0 7,55	15,7 7,2	—	482 22,0	1708 78,0	2190
53—46	1,2 0,07	4,8 0,27	126 7,1	—	321 18,0	1459 82,0	1780
76—92	1,2 0,07	4,8 0,29	200 12,2	—	257 15,7	1383 84,3	1640
110—152	3,5 0,17	8,4 0,47	157 7,6	—	482 23,5	1568 76,5	2050

Таблица 18

Соотношение форм калия в основных почвах природных регионов

Округ	Глубина, см	Соотношение форм калия	
		Валовый Обменный	Необменный Обменный
Сероземно-оазисные на лессах			
Чирчик - Ангренский	0—50	74/78	26/27
Ферганский	0—50	103/113	29/28
Зарафшанский	0—50	107/115	30/33
Орошаемые сероземы на лессах			
Чирчик-Ангренский		61/69	21/25
Зарафшанский		60/60	19/20
Сероземно-оазисные на пролювии			
Ферганский		98/115	24/31
Зарафшанский		130/154	34/41
Лугово-оазисные на аллювии			
Чирчик-Ангренский		94/150	26/32
Зарафшанский		123/157	30/36
Ферганский		116/162	29/36
Нижнеамударьинский		113/151	30/39
Лугово-оазисные сазовые на пролювии			
Ферганский		118/129	18/20
Орошаемые лугово-сазисные на аллювии			
Чирчик-Ангренский		82/108	25/26
Нижнеамударьинский		98/121	30/34
Орошаемые лугово-оазисные сазовые на пролювии			
Ферганский		88/96	17
Орошаемые болотно-луговые на аллювии			
Чирчик-Ангренский		121/154	27/26
Орошаемые болотно-луговые сазовые на пролювии			
Ферганский		189/192	19/21

1	2	3	4	5	6	7	8
Остаточно-луговые огақырываушыныс							
0—9	4,4 0,20	38,0 1,75	169 7,8	—	643 29,6	1527 70,4	2170
9—38	3,2 0,16	27,6 1,38	167 8,3	—	610 30,5	1390 69,5	2000
38—56	3,2 0,16	13,3 0,66	145 7,3	—	610 30,5	1390 69,5	2000
77—106	5,5 0,24	18,6 0,83	177 7,9	—	643 28,6	1607 74,4	2250
93—112	3,4 0,18	12,0 0,63	145 7,6	—	514 27,1	1386 72,9	1900

Примечание. В числителе — K_2O мг/100 г, в знаменателе — % от валового.

содержание этой формы калия динамично во времени. Обменный калий по степени изменчивости — средневарирующий признак (коэффициент вариабельности в сероземно-оазисных почвах 4—23%, в лугово-оазисных — 5—35%). Достоверность различий средней величины необменных форм калия показывает, что в силу незначительной изменчивости эти формы калия, особенно валовой ($C_v = 1,2—10,0\%$ — для сероземно-оазисных и $C_v = 1,2—17,2\%$ — для лугово-оазисных почв), можно отнести к категории слабоварирующего признака. Это обусловлено тем, что содержание обменных и валовых форм калия является главным образом отражением региональных особенностей почвообразующей породы, степени ее выветрелости.

При анализе достоверностей различия средней величины изученных форм калия в почвах отмечается общая тенденция возрастания вариабельности данного признака в направлении снижения калийного уровня почв — от автоморфных к гидроморфным, от сероземно-оазисных на лессах к сероземно-оазисным на пролювии.

Соотношения форм калия в почвах природных округов. Условия калийного питания растений зависят от соотношений различных форм почвенного калия, обладающих неодинаковой доступностью для растений. Сравнительная оценка соотношений форм калия подтвердила установленные выше региональные особенности фракционного состава калия в изученных почвах (табл. 18). Сужение соотношений валового калия к обменному в сероземно-оазисных почвах на лессах в Чирчик-Ангренском регионе (74—78) по сравнению с Зарафшанским (107—115) и Ферганским (103—113) при близких величинах валового калия свидетельствуют о высоких показателях подвижного калия в первом регионе. По направлению с запада на восток (от Зарафшанского к Ферганскому округу) в сероземно-оазисных почвах эти соотношения (при близких количествах обменного калия) сужаются, что говорит о более ограни-

ченных потенциальных резервах калия в почвах Ферганского региона. Это объясняется разнохарактерностью коренных пород и в связи с этим неодинаковым содержанием калия в ирригационных наносах.

Мобильность и прочность связи калия с минеральной частью почв

В формировании почвенного плодородия существенное значение имеет характер связи элементов в минералах. Калий в почве может удерживаться глинистыми частицами с различной прочностью связи. Прочность связи частично зависит от положения адсорбированного катиона в элементарной ячейке глинистого минерала. Известно, что если катионный обмен определяется нарушенными связями, обмениваемые катионы удерживаются на краях чешуек алюмокремниевых единиц, а если обмен происходит благодаря замещению в решетке, катионы размещаются главным образом между поверхностями базальной плоскости и удерживаются значительно прочнее.

Для характеристики степени подвижности калия и прочности его связи в почвах был использован метод последовательных вытяжек. 1% углеаммонийные растворы извлекают из почв наиболее

Таблица 19

Содержание калия (K_2O мг/кг), извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из сероземно-оазисных почв на лессах (пояс типичных сероземов) Чирчик-Ангренского округа

№ варианта	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятью вытяжками				Валовой калий, %	Содержание физич. глины
		углеаммонийной	солянокислой	углеаммонийными		солянокислыми			
				мг/кг	% от валового	мг/кг	% от валового		
6	0—33	491	783	719	3,00	2299	10	2,40	43,7
	33—58	362	591	495	2,19	1932	8	2,26	43,9
	58—100	462	325	551	2,70	1508	8	2,04	41,8
	100—130	240	241	310	1,52	1145	6	2,04	39,1
10а	0—29	458	549	662	2,80	2380	10	2,36	44,12
	29—57	321	417	490	2,13	2062	9	2,30	44,80
	85—102	231	369	337	1,85	1558	7	2,09	43,90
	150—210	112	231	222	1,08	1216	6	2,05	35,72
6а	0—40	497	620	774	2,68	2747	10	2,89	49,5
	40—60	402	542	582	1,93	2394	8	3,01	50,3
	80—100	453	453	485	1,83	2165	8	2,65	49,96
	180—200	218	313	409	2,02	1636	8	2,02	39,12
80	0—40	354	486	552	2,44	2241	10	2,26	42,7
	40—70	305	400	461	2,05	1980	9	2,20	45,7
	70—100	211	350	398	1,83	1509	7	2,17	43,4

подвижные формы калия — водорастворимые и обменные, по Р. Beckett (1964) — непосредственно доступный калий. При этом, согласно Р. Е. Гриму (1956) обменные ионы почвенного поглощающего комплекса удерживаются на наружной части структурных единиц глинистых частиц, и обменные реакции обычно не воздействуют на структуру алюмокремнекислородных пакетов. Из всех изученных почв первые углеаммонийные вытяжки экстрагируют обменного калия в основном 61—74% суммарного его количества, извлеченного девятью последовательными вытяжками (табл. 19, 20, 21).

Солянокислые растворы (0,4 н), извлекающие из почв более прочносвязанные формы калия, наиболее агрессивны и способны в какой-то степени воздействовать на решетку алюмокремниевых

Таблица 20

Содержание калия, извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из сероземно-оазисных почв Зарафшанского округа, K_2O мг/кг

№ раз- реза	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятью вытяж- ками				Валовой калий, %	Содержа- ние физич. глины
		углеаммо- нийная	соляно- кислая	углеаммоний- ными		солянокислы- ми			
				мг/кг	% от па- лового	мг/кг	% от па- лового		
Пояс светлых сероземов									
Сероземно- оазисные на прелювиальных отложениях									
9	0—30	176	377	269	1,19	1558	7	2,26	37,8
	30—50	96	262	168	0,74	1496	7	2,26	35,5
	50—90	96	272	182	0,81	1463	7	2,26	31,0
	90—150	130	223	200	0,92	1407	6	2,18	32,6
Пояс типичных сероземов									
Сероземно- оазисные на прелювиальных отложениях									
5	0—27	180	402	365	1,32	1706	7	2,31	44,9
	27—50	120	331	266	0,93	1612	7	2,21	44,7
	50—100	100	287	206	0,96	1400	6	2,14	50,3
	100—130	100	254	178	0,86	1111	5	2,07	45,0
Сероземно- оазисные на лессах									
10	0—30	263	592	379	1,61	1926	3	2,35	39,4
	30—55	201	440	292	1,24	1795	8	2,35	41,4
	55—100	181	366	286	1,28	1545	7	2,26	45,2
	100—130	151	292	227	1,10	1253	6	2,07	38,6

Таблица 21

Содержание калия, извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из сероземно-оазисных почв Ферганского округа, K_2O мг/кг

№ раз- реза	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятью вытяжка- ми				Валовой калий, %	Содержа- ние физич. глины
		углеаммо- нийной	соляно кислой	углеаммоний- ными		солянокислы- ми			
				мг/кг	% от ва- лового	мг/кг	% от ва- лового		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Поля светлых сероземов

Сероземно-оазисные на пролювиальных отложениях

73	0—30	217	462	335	1,5	1754	8	2,15	42
	30—52	161	389	272	1,3	1594	7	2,12	41
	52—87	151	334	241	1,2	1558	7	1,95	42
125	0—30	205	397	308	1,7	1510	8	1,80	47
	30—50	193	363	287	1,7	1512	8	1,71	43
	50—70	157	288	233	1,4	1153	7	1,71	39
	70—90	133	230	199	1,4	943	6	1,46	38
	90—110	121	219	199	1,3	872	6	1,51	35

Сероземно-оазисные на лессах

72	0—30	241	464	340	1,5	1865	3	2,26	62
	33—58	191	389	284	1,3	1850	8	2,21	68
	58—90	151	306	223	1,0	1512	7	2,20	72
	90—120	121	—	190	0,9	—	—	2,17	63

Поля типичных сероземов

Сероземно-оазисные на пролювиальных отложениях

74	0—35	191	352	277	1,4	1486	7	1,98	47
	35—70	121	269	192	1,0	1391	7	1,87	43
	70—100	80	188	143	0,7	1029	6	1,83	30
75	0—35	262	454	359	1,76	1555	9	2,04	51
	35—70	201	402	292	1,5	1588	8	1,92	56
	70—100	81	250	135	0,79	1222	7	1,82	30

Сероземно-оазисные на лессах

35	0—29	219	412	297	1,3	1689	7	2,27	45
	29—42	186	374	254	1,1	1589	7	2,21	45
	42—72	142	283	201	1,0	1096	5	2,10	35
	72—95	142	263	196	1,0	1086	6	1,89	33
	95—117	142	282	191	1,0	1111	6	1,81	36
	117—138	121	278	189	0,9	1179	5	2,16	45
	138—155	176	278	272	1,3	1416	7	2,16	65

единиц. Эти растворы извлекают калий из почв постепенно, по мере осуществления катионного обмена, определяемого нарушенными связями и обусловленного (частично) замещениями в решетке. Независимо от механического состава почв первые вытяжки экстрагируют только 18—34% калия по сравнению с суммарным его количеством, извлеченным девятью вытяжками (см. табл. 19, 20, 21).

Результаты исследований показали, что изучаемые почвы обладают различной прочностью связи калия, которая характеризуется частью валового содержания калия, перешедшую в вытяжки. Наименее прочно связанным оказался калий в сероземно-оазисных почвах Чирчик-Ангренского округа, так как девятью углеаммонийными вытяжками из них извлечено 719—310 мг/кг калия (3,00—1,08% от валового) против 379—277 мг/кг (1,61—0,86% от валового) в аналогичных почвах Зарафшанского округа и 359—189 мг/кг (1,76—0,90% от валового) в почвах Ферганского округа, а девятью солянокислыми вытяжками — 2299—1145 мг/кг (10—6%) против соответственно 1926—1253 (8—5%) и 1689—1096 мг/кг (7—5%), что обусловлено особенностями минералогического состава почвообразующих пород.

Внутри округов причины неодинаковой прочности связи калия в автоморфных и гидроморфных почвах заложены в различии их генезиса и минералогического состава. Прочность связи калия в почвах изменяется по мере трансформации почвенного поглощающего комплекса. В условиях повышенного увлажнения, характерных для гидроморфного почвообразования, наблюдается усиление интенсивности преобразования структуры слюдистых минералов. С ростом вторичных изменений поглощающего комплекса зафиксировано снижение содержания калия, экстрагированного девятью последовательными вытяжками. Так, суммой девяти последовательных углеаммонийных вытяжек из пахотного слоя лугово-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа извлечено 359—448 мг/кг калия (1,7—1,8% от валового), суммой девяти солянокислых вытяжек — 1537—2004 мг/кг (7—8% от валового); в более увлажняемых болотно-луговых почвах — соответственно 297—272 мг/кг (1,3—1,4%) и 1545—1043 (7—5%) (табл. 22).

Прочность связи калия и его доступность растениям в некоторой степени зависит от наличия в почвах карбонатов, которые цементируя почвенные частицы затрудняют переход калия в легкодоступное состояние. По данным В. И. Макаренко (1975), разрушение карбонатов соляной кислотой резко увеличивает переход водорастворимого калия в раствор. Одной из причин более прочной связи калия в изученных гидроморфных почвах является несколько повышенное содержание в них карбонатов (табл. 3, 5, 7, 8) по сравнению с автоморфными почвами (табл. 2, 4, 6). Неблагоприятные условия для выхода калия в раствор способствуют более прочному удержанию его в минеральной части почв по сравнению с зональными почвами.

Таблица 22

Содержание калия (K_2O мг/кг), извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из гидроморфных почв Чирчик-Ангренского округа (пояс типичных сероземов)

№ раз- реза	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятью вытяжка- ми				Валовой ка- лий, %	Содержа- ние физич. глины
		углеаммо- нийной	соляно- кислой	углеаммоний- ными		солянокислы- ми			
				мг/кг	% от ва- лового	мг/кг	% от ва- лового		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лугово-оазисные на аллювиальных отложениях									
12	0—34	295	420	448	1,8	2004	8	2,41	51
	34—44	192	375	291	1,2	1861	8	2,41	51
	44—74	188	371	279	1,2	1948	8	2,41	62
	80—100	188	341	290	1,3	1802	8	2,26	64
	108—130	179	291	260	1,3	1786	8	2,08	51
14	0—29	211	375	359	1,7	1537	7	2,32	39
	29—42	146	180	235	1,0	1307	6	2,32	45
	42—55	142	250	208	0,9	1198	5	2,30	52
	55—75	157	245	227	1,0	1202	5	2,30	68
	75—86	217	291	332	1,5	1337	6	2,20	69
	130—150	168	221	256	1,3	937	5	2,01	69
Орошаемые луговые на аллювиальных отложениях									
16	0—31	72	140	103	0,5	645	3	2,16	17
	31—42	48	101	77	0,4	522	2	2,16	17
	42—65	39	70	67	0,3	464	2	2,16	16
	65—86	48	90	74	0,3	598	3	2,16	16
	86—104	48	90	96	0,4	519	2	2,16	29
15	0—33	277	350	402	1,8	1526	7	2,28	64
	33—43	158	330	281	1,2	1507	6	2,28	49
	45—67	139	191	215	0,9	1049	5	2,28	63
6	67—88	152	190	228	1,0	1008	4	2,28	64
	88—98	81	160	134	0,6	891	3	2,41	24
	110—130	48	91	85	0,4	531	2	2,25	10
Орошаемые болотно-луговые на аллювиальных отложениях									
11	0—34	167	191	272	1,4	1043	5	2,00	46
	34—45	121	150	183	0,8	847	4	2,21	40
	45—68	111	136	171	0,8	748	3	2,15	45
	68—78	121	150	298	1,2	619	3	2,40	63
	78—105	111	108	159	0,7	633	3	2,16	47
13	115—125	87	101	126	0,6	509	2	2,28	23
	0—30	192	330	297	1,3	1515	7	2,21	48
	30—58	171	310	253	1,2	1596	7	2,14	57
	58—80	146	255	236	1,0	1450	7	2,22	57
	80—95	124	220	198	0,9	1411	7	2,02	63
	95—105	128	220	204	1,1	1417	7	1,92	61
	105—124	142	245	221	1,1	1482	7	2,04	53

Таблица 23

Содержание калия, извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из гидроморфных почв Зарафшанского округа, K_2O мг/кг

№ раз- реза	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятью вытяж- ками				Валовой калий, %	Содержа- ние физич. глины
				углеаммоний- ными		солянокислы- ми			
		углеаммо- нийной	солянокис- лой	мг/кг	% от ва- лового	мг/кг	% от ва- лового		
Пустынная зона									
Лугово-оазисные на аллювиальных отложениях									
88	0—30	157	310	267	1,3	1529	7	2,03	33
	30—42	133	346	223	1,1	1488	7	1,96	22
	55—63	124	382	179	1,2	1450	7	1,96	22
	85—100	96	354	159	1,1	1321	7	1,84	20
60	0—35	120	377	193	1,1	1593	8	1,81	23
	35—50	131	377	205	1,1	1493	8	1,81	23
	50—70	131	370	204	1,1	1441	8	1,81	23
	70—100	131	372	207	1,1	1383	7	1,81	24
	100—130	153	372	240	1,3	1331	7	1,81	26

С облегчением гранулометрического состава прочность связи калия с минеральной частью почв возрастает (см. табл. 22, 24). Особенно четко это проявилось при сопоставлении двух контрастных по механическому составу (супесчаной и глинистой) орошаемых луговых почв (р. 16—4—6% илистой фракции, р. 15—20—26% илистой фракции). Если в пахотном слое орошаемой луговой почвы глинистого механического состава суммой девяти последовательных углеаммонийных вытяжек извлечено 402 мг/кг калия (1,8% от валового), а суммой девяти солянокислых вытяжек — 1526 мг/кг (7% от валового), то в аналогичном слое такой же почвы супесчаного механического состава соответственно 163 мг/кг (0,5% от валового) и 645 мг/кг (3% от валового). Такая разница в прочности связи калия между этими почвами обусловлена тем,

Таблица 24

Содержание калия, извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из гидроморфных почв Ферганского округа

№ раз- реза	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятой вытяжка- ми				Валовой калий, %	Содержа- ние физич. глины
				углеаммиий- ными		солянокислы- ми			
		углеаммо- нийной	соляно- кислой	мг/кг	% от ва- лового	мг/кг	% от ва- лового		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Пустынная зона

Лугово-оазисные сазовые на пролювиальных отложениях

71	0—33	148	167	224	1,1	991	5,0	1,97	30
	33—45	88	121	156	0,8	899	4,6	1,97	20
	55—75	64	72	124	0,7	670	3,7	1,90	18
	75—100	64	72	124	0,7	691	3,8	1,80	18
86	0—30	157	174	230	1,2	689	3,6	1,90	28
	30—42	121	135	195	1,0	600	3,2	1,90	25
	42—70	96	64	165	0,9	408	2,2	1,90	12
	70—90	145	105	218	1,1	610	3,0	2,03	20

Пояс светлых сероземов

Лугово-оазисные сазовые на пролювиальных отложениях

76	0—28	142	220	228	1,1	1229	5,7	2,14	70
	28—42	58	156	160	0,8	999	5,2	1,92	58
	42—56	24	96	80	0,4	471	2,5	1,92	13
	56—100	24	88	80	0,4	434	2,2	1,99	12
77	0—30	241	302	337	1,4	1360	5,6	2,41	65
	30—60	142	271	219	0,9	1273	5,4	2,36	65
	60—85	121	145	192	0,9	1051	5,0	2,10	69

Пояс типичных сероземов

Лугово-оазисные сазовые на пролювиальных отложениях

33	0—28	185	357	315	1,6	1148	6	1,90	49
	28—43	154	269	261	1,5	1035	6	1,70	49
	43—67	72	96	151	1,0	506	4	1,45	47
	80—93	79	72	153	1,3	572	4	1,45	44
30	105—115	72	72	132	0,9	453	3	1,45	22
	130—160	121	137	193	1,4	628	4	1,55	21
	0—27	121	200	246	1,5	705	5	1,59	44
	27—38	112	152	107	1,3	609	4	1,49	43
31	38—54	48	96	117	0,9	435	3	1,25	26
	54—91	21	53	83	0,7	275	3	1,20	7
	91—108	24	63	73	0,8	319	3	1,20	10
	130—145	31	72	82	0,6	241	2	1,20	21

Орошаемые болотно-луговые сазовые на пролювиальных отложениях

31	0—32	99	161	172	0,9	589	3	1,70	45
	32—45	89	161	185	0,8	555	3	1,86	44
	45—65	53	121	123	0,7	416	2	1,53	40

что основное количество калия в почвах легкого механического состава находится в частицах неветрелых полевых шпатов, а глинистых частиц, фиксирующих калий, в них незначительное количество.

Распределение калия по резервам и его формы в илистой фракции почв

Данные о прочности связи калия в основных почвах природных регионов Узбекистана хорошо согласуются с распределением его по резервам. Калий в автоморфных почвах связан с почвенным поглощающим комплексом значительно слабее, что способствует мобилизации его ближних, потенциальных резервов и увеличению содержания обменного калия и необменных его форм. Определение резервов калия в этих почвах позволило установить, что наиболее высокими показателями непосредственного и ближнего резервов, которые служат основным источником калия для растений, обладают зональные почвы — сероземы (в пахотном слое его в 1,5—2,5 раза больше, чем в гидроморфных почвах). При таком численном превосходстве непосредственного и ближнего резервов у сероземов несколько ограничен потенциальный резерв по сравнению с гидроморфными почвами (сравнивались почвы с достаточной близкими величинами общего резерва). Гидроморфные почвы, обладающие наибольшей прочностью связи калия с минеральной частью, имеют незначительный непосредственный и высокий потенциальный резерв (табл. 25). В связи с этим выявляется зако-

Таблица 25

Резервы калия в почвах, K₂O мг/100 г

Местонахождение	№ раз- реза	Глубина, см	Общий	Потен- циаль- ный	Ближ- ний	Непос- редст- венный	K — 60 фракций < 0,001 мм, %	K ₂ O из фракций < 0,001 мм, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сероземно-оазисные на лессах								
Чирчик — Ангрен- ский	6	0—33	2470	1656	761	53	19,5	3,90
		33—58	2260	1498	722	40	19,0	3,80
		58—100	2040	1398	622	20	16,8	3,70
		100—130	2040	1435	588	17	16,7	3,52
	110	0—32	2360	1569	742	49	16,9	4,39
		32—60	2300	1677	584	39	15,4	3,80
		85—102	2090	1518	546	26	14,3	3,82
		150—200	2050	1625	413	12	11,1	3,73
	6а	0—40	2890	1921	912	59	20,8	4,38
		40—60	3010	2154	805	51	19,1	4,32
		80—100	2650	1782	830	38	19,7	4,22
		160—200	2120	1589	510	21	13,4	3,82
		250—275	2000	1490	488	22	12,2	4,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лугово-оазисные аллювиальные								
Зарафшанский	12a	0—29	2420	1881	507	30	16,2	3,13
		29—46	2260	1712	520	28	16,0	3,25
		46—78	2250	1812	550	21	15,6	3,25
		80—100	2260	1816	448	21	14,1	3,18
		108—140	2080	1662	418	21	13,7	3,05
		145—165	2020	1605	415	20	12,5	3,32
Орошаемые болотно-луговые								
13		0—30	2417	1914	482	21	17,2	2,80
		30—52	2353	1874	479	20	17,3	2,77
		52—80	2149	1668	463	18	16,7	2,77
		95—105	2080	1266	399	15	15,2	2,63
Сероземно-оазисные на лессах								
Зарафшанский	10	0—30	2350	1725	597	28	16,5	3,62
		30—55	2350	1720	608	22	16,9	3,60
		55—100	2260	1674	565	21	15,6	3,62
		100—130	2070	1590	462	18	14,1	3,28
		130—160	2070	1540	513	17	17,1	3,00
	4	0—30	2410	1784	601	25	16,2	3,71
		30—55	2410	1803	586	21	16,2	3,62
		80—100	2310	1726	565	19	16,0	3,53
		100—130	2110	1611	484	16	15,5	3,12
		130—150	2140	1626	496	18	15,3	3,12
Сероземно-оазисные на пролювии								
207	9	0—30	2260	1748	490	22	14,0	3,50
		30—50	2260	1794	454	12	14,0	3,24
		50—90	2260	1831	418	11	12,9	3,24
		90—150	2180	1790	376	14	13,0	2,89
		0—27	2161	1649	493	19	14,3	3,45
		27—45	2101	1674	476	13	14,3	3,33
		70—100	2000	1555	435	13	15,6	3,20
		100—150	2009	1606	383	13	13,0	2,95
Лугово-оазисные аллювиальные								
60	2	0—27	2350	1906	425	19	13,5	3,15
		27—40	2260	1859	383	12	12,7	3,06
		50—80	2260	1804	447	9	14,2	3,15
		85—100	2260	1794	456	10	14,9	3,06
		100—120	2170	1774	386	10	14,5	2,66
		0—35	1810	1527	267	16	8,1	3,10
		35—50	1810	1607	203	15	7,8	3,00
		50—70	1810	1566	244	18	7,4	3,00
		100—130	1810	1609	201	21	7,6	3,00

Сероземно-оазисные на лессах								
Ферганский	35	0—29	2270	1598	646	26	20,0	3,23
		29—42	2210	1559	629	22	18,4	3,42
		72—96	1890	1307	567	16	17,5	3,24
		117—138	2160	1624	522	14	17,1	3,05
Лугово-оазисные сазовые								
30		0—27	1590	1162	414	14	15,8	2,62
		27—38	1490	1184	297	9	16,4	1,87
		38—54	1250	1048	197	5	10,3	1,91
		130—145	1400	1191	204	5	10,2	2,00
Орошаемые болотно-луговые сазовые								
		0—32	1700	1245	442	13	17,8	2,60
		32—45	1860	1412	435	13	18,6	2,34
		45—65	1720	1358	354	8	15,0	2,36
Лугово-оазисные аллювиальные								
Нижнеамударьинский	46	0—35	2010	1537	453	20	12,5	3,62
		35—57	1819	1456	350	13	10,4	3,37
		72—93	2240	1403	818	19	22,6	3,62
		112—130	1660	1063	580	17	15,5	3,74
		130—150	1600	1136	449	15	12,0	3,74
	57	0—28	2190	1802	970	18	11,2	3,30
		28—40	2070	1594	462	14	15,2	3,04
		55—90	1870	1310	252	8	8,4	3,04
		120—150	1570	1269	292	9	9,6	3,04
Орошаемые луговые аллювиальные								
46		0—29	2240	1765	450	25	12,9	3,49
		29—47	2060	1520	523	17	15,3	3,42
		75—105	1660	1323	325	12	10,1	3,22
		105—125	1780	1346	422	12	13,2	3,20

номерность, которая заключается в том, что из двух сравниваемых почв, близких по значениям валового калия, почва, обладающая наибольшей прочностью связи, имеет незначительный непосредственный и более высокий потенциальный резерв. Следовательно, данные о прочности связи калия в почвах позволяют в определенной степени прогнозировать распределение его по резервам.

Наиболее высокие показатели калия в непосредственном (49—59 мг/100 г) и ближнем (742—812 мг/100 г) резервах были отмечены для сероземно-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа, отличающихся наименьшей прочностью связи калия (табл. 25). Такое превосходство вышеназванных резервов калия в Чирчик-Ангренском округе обусловлено региональными особенностями этого округа, отмеченными в предыдущих главах.

В сероземно-оазисных почвах Зарафшанского и Ферганского округов распределение калия в отношении непосредственного и ближнего резерва носит примерно одинаковый характер. На долю непосредственного резерва приходится очень ограниченное количество калия — от 28 до 17 мг/100 г по профилю почвы в Зарафшанском округе и от 26 до 14 мг/100 г — в Ферганском округе, а ближнего резерва соответственно 608—462 и 646—522 мг/100 г. Ближние резервы в почвах этих округов достаточно высоки, но все же меньше, чем в Чирчик-Ангренском округе.

Больше половины калия (67—81% от общего) в пахотном слое находится в потенциальном резерве. Выветривание калийсодержащих минералов в условиях всего Среднеазиатского региона осуществляется слабо, в связи с чем извлечение калия, находящегося в составе первичных минералов и представляющих собой потенциальный резерв, будет происходить медленно в течение длительного времени. Поэтому основным источником пополнения доступного для растений калия является ближний резерв, составляющий 18—31% общего запаса. При сравнении потенциальных резервов почв отмечено, что почвы Зарафшанского региона не уступают по этим показателям почвам Чирчик-Ангренского региона. В почвах Ферганского округа по сравнению с остальными округами потенциальный резерв ниже, особенно в лугово-оазисных сазовых почвах. Это связано с тем, что в образовании мелкоземистой толщи Зарафшанского округа наряду с основными осадочными породами принимали участие кварцево-сланцевые сланцы и граниты, в Ферганском же округе — главным образом бедные калием коренные породы (конгломераты, песчаники).

Таблица 26

Резервы калия в пахотном слое почв (0—30 см) в различных почвенно-климатических регионах Узбекистана

Регион, почва	Резерв калия, т/га			
	общий	потенциальный	ближний	непосредственный
Чирчик-Ангренский:				
сероземно-оазисная на лессах	102,7	70,0	32,1	2,14
лугово-оазисная аллювиальная	101,9	78,7	21,3	1,25
орошаемая болотно-луговая	101,5	80,4	20,2	0,88
Зарафшанский:				
сероземно-оазисная на пролювии	85,5	65,8	19,6	0,80
сероземно-оазисная на лессах	95,0	68,4	23,9	1,05
лугово-оазисная аллювиальная	98,3	70,0	17,7	0,77
Ферганский:				
сероземно-оазисная на лессах	90,5	63,7	25,8	1,03
лугово-оазисная сазовая	66,4	48,9	16,9	0,57
орошаемая болотно-луговая	71,4	53,3	18,6	0,55
Нижнеамударьинский:				
лугово-оазисная аллювиальная	88,6	70,1	17,3	0,80
орошаемая луговая аллювиальная	93,8	73,8	19,0	1,04

Общий резерв, характеризующий все доступные и труднодоступные формы калия в изученных почвах, в основном высокий (3010—2060 мг/100 г). Резервы калия в почвах природных регионов Узбекистана пересчитаны в пахотном слое (0—30 см) в тоннах на гектар, определены запасы калия (табл. 26). Эти пересчеты позволили установить, что запасы непосредственного резерва калия в пахотном слое сероземно-оазисных почв на лессах Ферганского и Зарафшанского округа в 2 раза меньше, чем в аналогичных почвах Чирчик-Ангренского округа (1,05 и 1,03 т/га против 2,14 т/га). Запасы ближнего резерва калия в почвах первых округов составляют 23,9 и 25,8 т/га, последнего — 32,1 т/га.

Среди гидроморфных почв самыми высокими запасами непосредственного резерва калия (1,04 т/га) характеризуется пахотный слой орошаемой луговой почвы Нижнеамударьинского округа, так как почвогрунты этого округа отличаются повышенным количеством слюды биотитового варианта, легко отдающего свой калий в результате выветривания. В таком же слое лугово-оазисных сазовых почв Ферганского округа калия в 2 раза меньше (0,57 т/га). Эти почвы отличаются и самыми низкими запасами потенциального резерва (48,9 т/га).

Анализ резервов калия в сочетании с данными рентгеноструктурного анализа дает возможность сделать вывод, что почвы, содержащие пониженное количество гидрослюд (Зарафшанский, Ферганский округи), имеют сравнительно низкие непосредственный и ближний резервы калия. Поэтому потребность в расширенном применении калийных удобрений для почв различных регионов наступит в разное время — в первую очередь для почв Зарафшанского и Ферганского округов.

На основе полученных материалов по характеристике резервов и прочности связи калия в почвах изученных регионов Узбекистана могут быть составлены картограммы резервов, разработан прогноз по применению калийных удобрений с учетом химико-минералогического состава почв, что послужит существенным дополнением к почвенно-агрохимическим исследованиям.

Формы калия в илстой фракции почв. Изучение состава и свойств высокодисперсных фракций, где в основном сосредоточены вторичные глинистые минералы, имеет весьма важное значение для установления особенностей условий почвообразования.

Изучению фракционного состава калия в илстых фракциях почв в Узбекистане посвящены работы М. В. Азимовой, Д. Р. Исмамова (1982), М. Назирова (1976). Эти исследования проведены на юге Узбекистана в Кашкадарьинском регионе, другие регионы в этом отношении почти не изучены.

Коллоидно-илстая фракция изученных почв, являющаяся ближайшим резервом обменного калия, как и следовало ожидать, оказалась более обеспеченной всеми формами калия (кроме калия минерального скелета), чем нерасчлененная почва (табл. 27). Это связано с тем, что в илстой фракции прочность катионов мень-

Таблица 27

Формы калия в илистой фракции (< 0,001 мм) почв

Глубина, см	Коб. п.		Кн. об.		Кс		Квал. %
	мг/100 г	% от ва-лов.	мг/100 г	% от ва-лов.	мг/100 г	% от ва-лов.	

Чирчик-Ангренский округ

Сероземно-оазисные на лессах

Разрез 6

0—33	507	13	2889	74	1011	26	3,90
33—58	502	13	2916	77	884	23	3,80
58—100	507	14	2683	73	1017	28	3,70
100—130	522	15	2417	69	1103	40	3,52

Разрез 6а

0—40	612	14	2900	66	1480	34	4,38
40—60	612	14	2900	68	1320	31	4,22
60—100	508	12	2900	69	1320	31	4,22
250—275	457	11	2517	63	1483	37	4,00

Разрез 20

0—29	623	14	2926	67	1464	33	4,39
29—57	623	15	2926	73	1084	27	4,01
150—210	509	14	2800	75	930	25	3,73

Лугово-оазисные на аллювии

Разрез 12

0—29	423	14	1978	63	1152	37	3,13
29—46	420	13	1978	61	1272	39	3,25
46—78	400	12	1950	60	1300	40	3,25
80—100	400	12	1950	61	1230	39	3,18
108—140	400	13	1812	59	1238	41	3,05
145—165	400	12	1812	55	1508	45	3,32

Орошаемые болотно-луговые на аллювии

Разрез 13

0—30	215	8	1612	58	1188	42	2,80
30—52	200	7	1612	58	1158	42	2,77
52—80	211	8	1612	58	1158	42	2,77
80—95	211	8	1600	63	930	37	2,53
95—105	211	8	1600	60	1030	39	2,63

Зарафшанский округ

Сероземно-оазисные на лессах

Разрез 10

0—30	452	13	2186	60	1434	40	3,62
30—55	477	13	2255	63	1345	37	3,60
55—100	477	13	2221	61	1399	39	3,62
100—130	421	13	2083	63	1197	36	3,28

Продолжение табл. 27

Глубина, см	Коб. п.		Кн. об.		Кс		Квал. %
	мг/100 г	% от ва-лов.	мг/100 г	% от ва-лов.	мг/100 г	% от ва-лов.	

Разрез 4

0—30	476	13	2380	64	1330	36	3,71
30—55	455	13	2375	66	1245	34	3,62
80—100	455	13	2375	67	1155	33	3,53
100—130	417	13	2266	72	864	28	3,12
130—150	417	13	2266	73	854	27	3,12

Сероземно-оазисные на пролювии

Разрез 9

0—30	422	12	1911	55	1589	45	3,50
30—50	392	12	1807	56	1433	44	3,24
50—90	377	12	1911	59	1329	41	3,24
90—150	407	14	1911	66	876	30	2,89

Лугово-оазисные на аллювии

Разрез 2

0—27	407	13	1808	57	1342	43	3,15
27—40	407	13	1808	59	1258	41	3,06
50—60	377	12	1739	55	1411	45	3,15
85—100	363	12	1704	56	1356	44	3,06
100—120	320	12	1704	64	756	36	2,66

Разрез 60

0—35	337	11	1727	56	1373	44	3,10
35—50	352	12	1739	58	1261	42	3,00
50—70	328	11	1614	54	1386	46	3,00
70—130	301	10	1614	54	1386	46	3,00

Ферганский округ

Сероземно-оазисная на лессах

Разрез 35

0—29	339	11	2048	63	1182	37	3,23
29—42	377	11	2221	69	1199	35	3,22
72—95	377	12	2113	65	1127	35	3,24
117—138	377	12	2100	69	950	31	3,05

Лугово-оазисные сазовые на пролювии

Разрез 30

0—27	201	8	1566	60	1054	40	2,62
27—38	201	11	1566	87	244	14	1,81
38—54	201	11	1566	82	344	13	1,91
54—95	201	11	1566	82	344	13	1,91

Глубина, см	К _{об. п.}		К _{н. об.}		К _с		К _{вал.} %
	мг/100 г	% от ва- лов.	мг/100 г	% от ва- лов.	мг/100 г	% от ва- гов.	
Разрез 33							
0—28	263	11	1598	68	755	32	2,35
28—43	263	12	1598	71	661	29	2,26
43—67	188	8	1500	64	853	36	2,35
80—99	151	7	1500	72	571	28	2,07
105—115	121	5	1500	64	853	36	2,35
130—160	151	7	1500	66	759	34	2,26

Орошаемая болотно-луговая сазовая на пролювии

Разрез 31

0—32	151	6	1566	60	1034	40	2,60
32—45	113	5	1536	66	804	34	2,34
45—65	113	5	1330	56	1030	44	2,36

Нижнеамударьинский округ
Лугово-оазисные аллювиальные

Разрез 48

0—35	301	8	1819	50	1796	50	3,62
35—67	301	9	1819	54	1555	46	3,37
72—93	301	8	1819	50	1796	50	3,61
112—130	301	8	1819	49	1917	51	3,74
130—150	301	8	1819	49	1917	51	3,74

Разрез 57

0—28	264	8	1876	57	1424	43	3,30
28—40	264	9	1739	57	1301	43	3,04
55—90	250	8	1739	57	1301	43	3,04
120—150	250	8	1739	57	1301	43	3,04

Орошаемая луговая аллювиальная

Разрез 46

0—29	339	10	1911	55	1579	45	3,49
29—47	301	9	2289	67	1131	33	3,42
75—105	300	9	2100	65	1118	35	3,22
105—125	300	9	2000	63	1200	38	3,20

ше, чем в нерасчлененной почве. Запасы калия в илстой фракции почв тесно связаны с их генетическими особенностями. Исследованиями установлено, что в сероземно-оазисных почвах илстая фракция содержит более значительное количество валового калия, чем в лугово-оазисных орошаемых болотно-луговых почвах. Относительное снижение содержания валового калия в илстой фракции гидроморфных почв связано с более интенсивной трансформацией высокодисперсных продуктов выветривания исходных пород в условиях повышенного увлажнения.

Среди гидроморфных почв наиболее высокими показателями валового калия в илстой фракции (3,04—3,74%) отличаются лугово-оазисные аллювиальные почвы Нижнеамударьинского округа, что обусловлено их повышенной слюдистостью. В сероземно-оазисных почвах валовой калий в илстой фракции превалирует в Чирчик-Ангренском округе: его запасы в пределах 3,90—4,38%.

Содержание калия минерального скелета в илстой фракции ниже, чем в нерасчлененной почве. Если в нерасчлененной почве количество этой формы калия составляет 64—85% от валового, то в илстой фракции — всего лишь 25—50%. Следовательно, в илстой фракции половина или 1/3 калия прочно закреплена в составе высокодисперсных алюмосиликатов, нерастворимых в 20% соляной кислоте.

В илстой фракции по сравнению с нерасчлененной почвой резко возрастает количество обменного калия, извлеченного 20% HCl. Эта форма калия составляет больше половины илстой фракции, так как находящиеся в этой фракции высокодисперсные глинистые минералы со слоистой структурой (слюды) характеризуются незначительной устойчивостью и большой растворимостью в солянокислых вытяжках.

Наиболее высокое содержание обменного калия, извлеченного 20% HCl, отмечается в илстой фракции сероземно-оазисных почв по сравнению с лугово-оазисными и орошаемыми болотно-луговыми почвами. Повышенные показатели обменного калия характерны для илстой фракции сероземно-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа (2117—2916 мг/100 г, или 60—77% от валового), а среди гидроморфных почв — для лугово-оазисных и орошаемых луговых почв пустынной зоны Нижнеамударьинского округа (1819—2289, или 54—67% от валового).

Если рассмотренный выше обменный калий дает представление об отдаленных резервах калия, которые могут быть вовлечены в круговорот через длительный цикл геологических и биохимических превращений, то обменно-поглощенный калий, извлекаемый 2н HCl при настаивании, позволяет установить ближние резервы калия. На долю этой формы калия в илстых фракциях сероземно-оазисных почв приходится 339—623 мг/100 г, или 10—14% общего его содержания против 163—226 мг/кг, или 7—10% в почве (табл. 9, 27).

Самые низкие показатели по всем изученным формам калия зафиксированы для илстых фракций лугово-оазисных сазовых почв на пролювиальных отложениях Ферганского округа, а самые высокие — для сероземно-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа.

Установлено влияние почвообразующих пород на фракционный состав соединений калия в илстых фракциях почв. Формы калия в илстых фракциях сероземно-оазисных почв, развитых на лесовых и пролювиальных отложениях существенно различаются

между собой. По содержанию необменных, обменно-поглощенных форм калия илистые фракции сероземно-оазисных почв, сформированных на лессах, богаче, чем аналогичные почвы на пролювиальных отложениях. Это определяется тем, что в лессовидных суглинках калий при измельчении материнской породы в процессе почвообразования в значительной своей части переходит в тонкодисперсные частицы ($<0,001$ мм), где прочно удерживается в гидрослюдах. В бедных же калием пролювиальных отложениях он быстрее выветривается и выщелачивается из плохоокристаллизованных тончайших частичек, но крепко удерживается в грубодисперсных фракциях ($>0,001$ мм).

В илистых фракциях аллювиальных почвообразующих пород и развитых на них лугово-оазисных и орошаемых болотно-луговых почвах по сравнению с пролювиальными отложениями и аналогичными почвами на них, отмечается повышенное содержание всех форм калия, что связано с высоким содержанием пылеватых и песчаных фракций в почвогрунтах и их соотношением.

Количество общего калия и остальных его форм в илистой фракции в основном увеличивается от почвообразующих пород к верхним почвенным горизонтам (табл. 27), что свидетельствует о накоплении калия и возрастании его подвижности в высокодисперсных продуктах выветривания исходных пород под влиянием почвообразования. Накопление калия в илистых фракциях верхних слоев почв обусловлено биогенной его аккумуляцией и частично почвенной иллитизацией, которая согласно Т. А. Соколовой (1984, 1985) заключается в образовании слюдоподобных структур за счет необменной сорбции — фиксации калия высокозарядными трехслойными силикатами.

Таким образом, показатели фракционного состава соединений калия илистой фракции почв имеют высокую информативность для более глубокого определения плодородия почв изученных регионов в целом.

Соотношение активностей калия и щелочноземельных катионов в почвах в зависимости от генезиса, гранулометрического состава и при внесении удобрений

В карбонатных почвах, содержащих высокое количество кальция, характеристика доступности калия должна включать в качестве одного из критериев калийный потенциал, так как необходимо учитывать антагонистическое действие кальция. Калийный потенциал ($pK=0,5pCa$) показывает, сколько энергии надо затратить, чтобы 0,5 моля K^+ в поглощающем комплексе заместить 1 молю Ca^{2+} почвенного раствора. Чем меньше калия в поглощающем комплексе, тем больше энергии требуется для выхода его в раствор при замене на кальций и тем выше калийный потенциал.

Многие исследователи считают, что каждая почва и каждая культура имеют свое оптимальное значение калийного потенциала, соответствующее наиболее благоприятным условиям калийного питания растений (Медведева, 1968; Авакян, 1969, 1972; Джуманкулов, и др., 1975; Прокошев, 1978; Дарагян, Колесникова, 1980; Beckett, 1964, 1967; Woodruff, 1955; Moss, 1967; Tinker, 1964 и др.).

По изучению калийного потенциала в почвах Узбекистана имеются единичные сведения (Толстова, Рогачев, 1980; Азимова, 1983).

Калийный потенциал в изученных почвах основных регионов республики различается между собой и колеблется в верхнем гумусированном слое от 1,98 до 2,95. Наиболее благоприятное отношение активностей калия к щелочно-земельным катионам ($pK 0,5pCa$) зафиксировано для сероземно-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа, в пахотном и подпахотном слое $pK 2,0-2,3$. По сравнению с Чирчик-Ангренским округом в Ферганском и особенно в Зарафшанском регионах, отличающихся низким содержанием калия, переход его в раствор из сероземно-оазисных и лугово-оазисных почв в одинаковой мере затруднен, так как показатели калийного потенциала высокие (2,41—3,05), что является их региональной особенностью.

В лугово-оазисных почвах пустынной зоны Нижнеамударьинского округа калийный потенциал в верхней части профиля варьирует от 2,48 до 2,81, к низу этот показатель резко возрастает (3,21). В этом регионе в пустынно-песчаной почве ($pK 2,67-3,14$) и такыре ($pK 2,95-3,34$) по всему профилю переход калия в раствор сильно затруднен, что, по-видимому, связано с низкой обеспеченностью этих почв обменным калием. Для солончака характерны довольно низкие показатели pK — от 2,20 до 2,70, что, надо полагать, обязано высокому содержанию в нем калия. Чем меньше калия в почвенном поглощающем комплексе, тем он прочнее удерживается твердой фазой, тем больше энергии требуется для выхода его в раствор при замене на кальций и тем выше калийный потенциал почвы. Наиболее благоприятная величина калийного потенциала установлена на почвах с высоким уровнем калия, что подтверждает выводы, сделанные в этом отношении для других почвенно-климатических зон. По сравнению с зональными сероземно-оазисными почвами калийный потенциал орошаемых гидроморфных почв отражает ухудшение условий калийного питания, так как этот показатель в них, особенно в полуметровой толще и ниже, достигает величины 2,8—3,4.

С усилением гидроморфизма и облегчением гранулометрического состава интенсивность перехода калия в почвенный раствор снижается (калийный потенциал находится в пределах 2,8—3,2).

Для получения информации о реальном участии ионов в питании растений калийный потенциал был изучен в условиях ве-

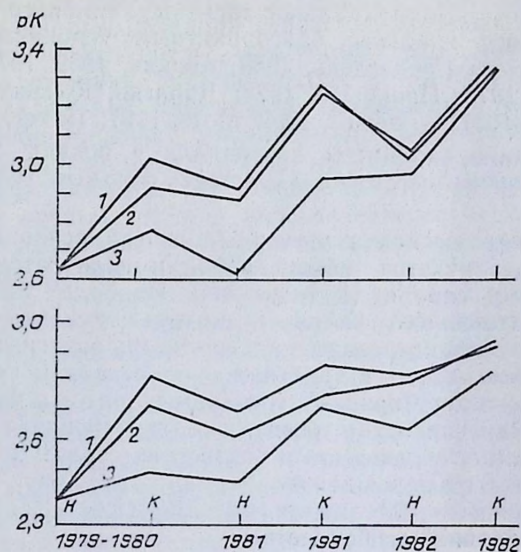


Рис. 2. Динамика изменения калийного потенциала в годы действия и последствия удобрений в луговых почвах разного механического состава

Вверху — разрез 16, внизу — 15; 1 — N_0P_0 , 2 — $N_0P_0K_8$, 3 — $N_0P_0K_8$; н — начало вегетации, к — конец.

гетационных и полевых опытов, в которых была установлена взаимосвязь между этим показателем и урожаем.

В вегетационном опыте увеличение калийного потенциала в конце вегетации особенно в вариантах NP свидетельствует о том, что темпы поглощения калия растениями превосходили скорость освобождения его из поглощенного состояния. С внесением калийных удобрений (на фоне NP) происходило снижение параметров калийного потенциала, а следовательно, и улучшение калийного режима почв. Увеличение доз вносимых калийных удобрений способствовало более резкому снижению этих параметров (рис. 2). Самая благоприятная величина калийного потенциала в конце вегетации была в варианте с K_{12} ; в светлом и типичном сероземах она находилась в пределах 1,92—2,01, в луговых почвах — 2,32—2,48. Однако урожай хлопка-сырца в этом варианте по сравнению с вариантом K_8 повысился очень незначительно, в некоторых случаях даже уменьшился. Следовательно, применение калийных удобрений при pK , равном 1,92—2,01 в автоморфных почвах и 2,32—2,48 — в гидроморфных, неэффективно. Наиболее оптимальная величина калийного потенциала установлена в варианте K_8 —

для сероземов 2,08—2,33, для луговых почв — 2,48—2,50. При этих показателях была получена наибольшая прибавка урожая хлопка-сырца.

Изучение калийного потенциала в динамике за 4 года (рис. 2) привело к выводу об ухудшении калийного режима почв с удалением от года действия калийных удобрений. На второй год последствия калийный потенциал на луговой тяжелосуглинистой почве достиг величины 2,86, а на супесчаной — перешел порог 3,0 (3,39), что свидетельствует о сильной калийной недостаточности. Через два года после внесения удобрений и выращивания растений в почвах на вариантах с одинарной и двойной дозой удобрений установилась примерно одинаковая низкая скорость перехода K^+ из обменно-поглощенного состояния в почвенный раствор, особенно на почвах легкого механического состава. На орошаемой луговой тяжелосуглинистой почве (р. 15) в годы последствия ухудшение калийного режима происходило менее резко.

Аналогичные закономерности в изменении калийного потенциала были получены в полевых опытах, проведенных на почвах Ферганского и Чирчик-Ангренского регионов. Благоприятное соотношение ионов калия и кальция, выраженное калийным потенциалом, создается при внесении достаточных доз калийных удобрений. В сероземно-оазисной почве Ферганского региона, сравнительно обеспеченной подвижными и резервными формами калия, при внесении калийных удобрений (K_{125}) этот показатель в конце вегетации близок к оптимальным пределам (2,12—2,32). В лугово-оазисной почве с низким содержанием калия и недостаточным применением калийных удобрений (K_{75}) величина pK возрастает от 2,31—2,36 до 2,60—2,90, что свидетельствует о снижении способности калия переходить в раствор (табл. 28).

Методами регрессионного анализа результатов полевых опытов дана оценка закономерностей тесноты связи прибавок урожая с параметрами калийного потенциала. Установлено, что калийный потенциал имеет высокую обратную связь с урожайностью. Так, коэффициент корреляции (r) этого показателя с урожайностью в сероземно-оазисных почвах Чирчик-Ангренского округа равен 0,84, в орошаемых луговых — 0,63.

Влияние возраста материнских пород на формы калия и производительную способность почв

Влияние материнской породы на свойства почвы наблюдается в начальный период почвообразования, сохраняется в течение всей жизни почвы и проявляется тем сильнее, чем больше аридность климата. Хорошим примером тому могут быть почвы Узбекистана. В республике около 40% территории, занятой хлопчатником, — орошаемые сероземы, сформированные на четвертичных лессовых отложениях различного возраста.

Таблица 28

Калийный потенциал в лугово-оазисных и сероземно-оазисных почвах при возделывании хлопчатника (по данным полевого опыта, среднее за 2 года)

Фаза развития	Варианты опыта	Глубина, см	K _{об} , мг/кг	pK 0,5 р Са
Лугово-оазисная (Ферганская опытная станция)				
Начало вегетации	Контроль	0—30	214	2,50
		30—50	199	2,59
		50—70	173	2,79
	NPK ₇₅	0—30	197	2,36
		30—50	180	2,31
Конец вегетации	Контроль	50—70	172	2,94
		0—30	205	2,51
		30—50	198	2,65
	NPK ₇₅	50—70	180	2,84
		0—30	190	2,60
		30—50	168	2,65
		50—70	154	2,93

Сероземно-оазисная (Андижанский филиал СоюзНИХИ)

Начало вегетации	Контроль	0—30	229	2,23
		30—50	217	2,41
		50—70	169	2,53
	NPK ₁₂₅	0—30	366	2,10
		30—50	277	2,14
Конец вегетации	Контроль	50—70	240	2,30
		0—30	210	2,35
		30—50	203	2,51
	NPK ₁₂₅	50—70	157	2,67
		0—30	375	2,18
		30—50	251	2,32
		50—70	228	2,45

В пределах отложений четвертичного периода, по Сковрцову Ю. А. (1961), выделяются 4 эрозивно-аккумулятивных цикла, или денудационные фазы, по Васильковскому Н. П. (1953): найский, ташкентский, голодноостепский и сырдарьинский.

Степень выветрелости и количество полевых шпатов в лессах находятся в прямой зависимости от эрозивного среза отложений и формирования их в разное время. Чем моложе лессовые отложения, тем меньше их выветрелость, тем больше в них калийных минералов. Знание процессов выветривания и преобразования минеральной части почв и лессовых отложений имеет непосредственное отношение к оценке почв с точки зрения обеспечения растений калием.

Влияние возраста почвообразующих пород на формы калия в почвах было изучено в Кашкадарьинском округе, в котором сохранилось еще много целинных земель.

Сероземы чаще всего формируются на лессах голодноостепского и ташкентского возрастов. Как показали исследования Ю. А.

Сковрцова (1957, 1961), отложения ташкентского цикла отличаются от лессов голодноостепского отсутствием ясной слоистости, увеличением мощности иллювиального (по карбонатам) горизонта «В», обессоленностью почвенного профиля и увеличением показателя выветривания (отношение кварца к полевым шпатам).

Различный показатель выветрелости этих почв свидетельствует о том, что они содержат различное количество полевых шпатов и, как следствие этого, должны иметь различные запасы калия.

Ю. А. Сковрцовым для лессов Приташкентского оазиса получен различный показатель выветривания.

Для наиболее древних лессов нанайского цикла он равен 4,0, для лессов ташкентского цикла — 3,7, голодноостепского — 2,5, самого молодого — абайского — 1,6.

Таблица 29

Содержание кварца и калийных минералов во фракции >0,01 мм лессов Кашкадарьинского округа (в % от веса бескарбонатной части породы)

№ разреза	Глубина, см	Возраст пород	% тяжелой фракции	% легкой фракции	Минералы легкой фракции				К ПИИ (П. В)
					кварц	кальцит	биотит	мусковит	
1	2,5—2,7	Голодноостепский цикл	4,03	95,97	42,189	16,84	3,422	9,973	2,5
2	2,5—2,7	Ташкентский цикл	4,28	95,72	43,154	10,83	2,795	9,183	3,9
3	"	Голодноостепский цикл	3,57	96,43	44,181	16,852	5,119	14,478	2,6
5	"	Ташкентский цикл	5,63	94,97	45,22	11,733	4,794	12,263	3,6

Наши исследования (табл. 29), проведенные в Кашкадарьинском округе, подтвердили выводы, сделанные Ю. А. Сковрцовым для Приташкентского оазиса (Чирчик-Ангренский округ).

Анализ данных по минералогическому составу фракций крупнее 0,01 мм позволил выявить, что чем древнее лессовая аккумуляция — тем больше показатель выветривания: для лессов старшего ташкентского цикла он составил 3,8—3,9, более молодого голодноостепского цикла — 2,5—2,6 (табл. 29). Кроме того, лессы голодноостепского возраста содержат несколько повышенное количество биотита и мусковита как в легкой, так и в тяжелой фракции.

Таким образом, сравнение сероземов на лессовых породах разного возраста показывает наличие некоторых преимуществ в содержании калийных минералов у почв на голодноостепских отложениях.

В изученных светлых и типичных сероземах на лессах голодноостепского возраста валового калия и его подвижных форм больше, чем в аналогичных сероземах на лессах ташкентского возраста (табл. 30), что находится в полном соответствии с ми-

Таблица 30

Формы калия в светлых и типичных сероземах разного возраста
Кашкадарьинского округа, K_2O мг/100 г

Голодностепеский цикл				Ташкентский цикл			
Глубина, см	$K_{об}$ из углекислой вытяжки	$K_{об}$ из углеаммонийной вытяжки	$K_{кал}$	Глубина, см	$K_{об}$ из углекислой вытяжки	$K_{об}$ из углеаммонийной вытяжки	$K_{кал}$
Светлые сероземы							
0—30	18,7	28,4	2090	0—30	16,8	23,8	1938
	0,89	1,36			0,87	1,23	
0—50	18,0	27,6	2030	0—50	12,4	19,9	1921
	0,87	1,35			0,65	1,03	
0—100	16,3	27,5	2010	0—100	7,3	12,4	1937
	0,81	1,36			0,38	0,04	
200—250	7,7	12,3	2060	200—250	5,5	12,5	1982
	0,28	0,61			0,28	0,63	
Типичные сероземы							
0—30	30,7	45,8	2285	0—30	18,0	31,8	2199
	1,34	2,00			0,82	1,45	
0—50	24,9	37,0	2285	0—50	15,9	29,7	2076
	1,08	1,62			0,76	1,43	
0—100	18,3	28,1	2133	0—100	11,9	22,0	2001
	0,86	1,31			0,59	1,10	
200—250	10,3	14,2	1989	200—250	6,6	10,2	1950
	0,52	0,71			0,34	0,52	

неразлогическим составом лессовых отложений, на которых сформировались эти почвы. Так, средневзвешенное содержание обменного калия в метровом слое светлых сероземов голодностепеского цикла в 1,7—1,9 раза больше, чем в соответственном слое светлых сероземов, развитых на лессах ташкентского цикла.

Молодые почвы, богатые слюдой и полевыми шпатами, характеризуются высокой скоростью высвобождения обменного калия. Ж. Е. Томас и Б. В. Хинн (1968), проанализировав результаты, полученные рядом исследователей, пришли к выводу, что высвобождение обменного калия примерно пропорционально содержанию выветриваемой слюды в почве. Более старые почвы при выветривании теряют калийные минералы и равновесный уровень обменного калия падает, так как снижается скорость высвобождения его из необменного состояния.

Несмотря на то, что светлый и типичный сероземы на лессах голодностепеского возраста несколько легче по механическому

составу, чем аналогичные сероземы ташкентского возраста, содержание калия в них все же больше.

Результаты определения подвижного калия из последовательных углекислых и углеаммонийных вытяжек подтверждают вышеизложенные выводы о более высоком его содержании в сероземах, сформированных на более молодых, а значит и менее выветрелых отложениях. Так, из верхнего слоя типичного серозема голодностепеского возраста первой углекислой вытяжкой извлечено калия в 2,4 раза больше, чем из соответствующего слоя почвы ташкентского возраста, первой углеаммонийной вытяжкой — в 2 раза (табл. 31). В большинстве случаев девять углекислых вытяжек извлекают немного больше калия, чем девять углеаммонийных. Однако первая углеаммонийная вытяжка извлекает калия на 50—70% больше, чем первая углекислая. Следовательно, углеаммонийная вытяжка дает более полное представление о запасах подвижных форм калия в почвах, чем углекислая.

Таблица 31

Содержание калия, извлеченного последовательными вытяжками из сероземов, развитых на лессах разного возраста Кашкадарьинского округа, K_2O мг/кг

Возраст пород	Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой		Извлечено девятью вытяжками				Валовой, K_2O , %
		углекислой	углеаммонийной	углекислыми		углеаммонийными		
				мг/кг	% от валового	мг/кг	% от валового	
Светлые сероземы								
Голодностепеский цикл	0—14	241	335	565	2,6	460	2,2	2,11
	14—28	158	224	442	2,1	318	1,5	2,05
	28—50	181	272	440	2,2	376	1,8	2,00
	87—100	60	88	215	1,1	154	0,7	2,00
	240—280	69	120	243	1,1	177	0,8	2,10
Ташкентский цикл	0—14	210	308	530	2,6	404	2,0	2,00
	14—30	142	192	357	1,8	283	1,4	1,95
	30—60	71	105	235	1,2	157	0,8	1,90
	60—100	31	60	154	0,8	102	0,5	1,90
	200—260	60	131	240	1,0	190	0,9	2,01

При использовании почв под орошаемое земледелие указанная выше разница в подвижных формах калия в сероземах, сформир-

рованных на лессах разного возраста, несколько нивелируется. Это, по-видимому, обусловлено большим выносом калия культурными растениями из почв более молодого возраста, так как содержание калия в растениях в какой-то мере пропорционально обеспеченности почв этим элементом (Журбинский, 1963; Эмерт, 1964).

Для изучения производительной способности изученных почв, а также для определения усвояемости калия растениями был использован биологический метод истощающей культуры (метод проростков по Н. Нейбауэру (1929). В начальный период вегетации корневая система растений имеет высокую усваивающую способность. При выращивании на малом количестве почвы большого количества проростков последние извлекают из нее почти все доступные элементы питания и могут характеризовать плодородие почвы.

Набор подопытных почв — светлые и типичные сероземы Кашкадарьинского, Чирчик-Ангренского, Ферганского и Зарафшанского округов — позволил изучить зависимость их плодородия и способность обеспечивать калийное питание растений от возраста материнских пород и региональных особенностей.

Микровегетационные опыты показали, что сероземы голодно-степного возраста как менее выветрелые плодороднее своих аналогов ташкентского возраста и лучше обеспечивают калийное питание растений. На почвах, развитых на лессах молодого возраста, получен более высокий урожай (суммарный вес сухой массы трех последовательных посевов проса) и, что особенно важно, с более высоким процентом калия, чем на почвах, сформированных на лессах древнего ташкентского возраста. Соответственно и вынос калия урожаем из первого серозема заметно выше, чем из второго: разница для слоя 0—20 см равна 31%, для слоя 20—40 см — 36% (табл. 32).

Такого же порядка различия в выносах калия, но на фоне более высоких урожаев, получены на этих почвах и при внесении в них азотно-фосфорных удобрений. Результаты эти математически достоверны.

Опыты, проведенные на одновозрастных сероземно-оазисных почвах показали, что самый высокий процент K_2O (4,6—4,3) в пахотном и подпахотном слое оказался в проростках, выращенных на почве Чирчик-Ангренского округа (против соответственно 4,2—3,7% в Зарафшанском и 4,3—3,6% в Ферганском округе). Будучи более обеспеченной калием вышеназванная почва Чирчик-Ангренского округа отличается большим выносом калия проростками 296,7—255,8 мг/кг (58,9—37,0 мг/сосуд) против 225,5—187,9 мг/кг (32,3—20,7 мг/сосуд) в почвах Зарафшанского округа и 235,6—185,0 мг/кг (36,5—19,8 мг/сосуд) Ферганского округа (табл. 33).

При сравнении производительной способности сероземно-оазисных почв этих округов оказалось, что почвы Чирчик-Ангренского округа плодороднее почв Зарафшанского и Ферганского округов.

Таблица 32

Сухая масса проростков* и вынос ими калия из типичных сероземов разного возраста Кашкадарьинского региона

Глубина, см	Голодно-степной возраст (р. 7а)	Ташкентский возраст (р. 5а)	Разница	t	P при $p=0,05$, %
Сухая масса, г/сосуд					
Без удобрений					
0—20	1,10/100	0,89/81	0,21/19	3,18	3,0
20—40	0,79/100	0,59/74	0,10/26	10,18	0,1
По азотно-фосфорному фону					
0—20	1,28/100	1,14/88	0,14/12	11,63	0,1
20—40	0,84/100	0,66/78	0,18/22	3,28	3,0
Вынос K_2O , мг/сосуд					
Без удобрений					
0—20	56,00/100	39,00/69	17,00/31	47,0	0,1
20—40	35,55/100	23,01/64	12,54/36	14,6	0,1
По азотно-фосфорному фону					
0—20	67,84/100	41,46/65	23,38/35	39,2	0,1
20—40	41,16/100	27,06/65	14,10/35	32,1	0,1

Примечание. % K_2O сухой массы проростков, выращенных на сероземах голодно-степного возраста — 5,1—5,3 (0—20 см) и 4,5—4,9 (20—40 см), а в сероземах ташкентского возраста — 4,4—4,3 (0—20 см) и 3,9—4,1 (20—40 см).

* Сумма трех последовательных посевов проса.

В числителе — абсолютные величины, в знаменателе — относительные.

Так, суммарный урожай* проростков, выращенных на почвах Чирчик-Ангренского округа, составил для пахотного и подпахотного слоев 6,44—5,97 г/кг (100%), Зарафшанского — 5,37—5,08 г/кг (83—85%), Ферганского — 5,48—5,14 г/кг (85—86%).

Производительная способность верхних слоев сероземно-оазисных почв Зарафшанского и Ферганского округов примерно одного порядка. Самой низкой производительной способностью выделялась материнская порода сероземно-оазисной почвы Ферганского округа.

По сравнению с сероземно-оазисными неорошаемые сероземы (богара) оказались менее плодородными. При этом наиболее производительной является богарная пашня Чирчик-Ангренского округа.

*Сухая масса проростков пяти последовательных посевов.

Таблица 33

Производительная способность неорошаемых и сероземно-оазисных почв пояса типичных сероземов различных регионов (цикл лессообразования — ташкентский)

Горизонты	Неороша- емая (бо- гара)	Серозем- но-оазис- ная
Сухая масса проростков*, г/кг почвы		
Чирчик-Ангренский округ		
Пахотный	4,85/100	6,44/100
Подпахотный	3,48/100	5,97/100
Материнская порода	3,19/100	4,10/100
Зарафшанский округ		
Пахотный	4,28/88	5,37/83
Подпахотный	3,20/83	5,08/85
Материнская порода	3,05/96	4,16/101
Ферганский округ		
Пахотный	4,35/90	5,48/85
Подпахотный	3,27/85	5,14/86
Материнская порода	2,79/87	3,87/94
Вынос K_2O мг/кг		
Чирчик-Ангренский округ		
Пахотный	174,6/100	236,7/100
Подпахотный	126,7/100	255,8/100
Материнская порода	57,4/100	98,4/100
Зарафшанский округ		
Пахотный	165,9/95	225,5/76
Подпахотный	102,4/81	187,9/73
Материнская порода	54,9/96	93,8/101
Ферганский округ		
Пахотный	160,9/92	235,6/79
Подпахотный	98,1/77	185,0/72
Материнская порода	47,4/86	89,0/90
Р по Стьоденту 0,1 % при n = 6		

* Сумма пяти последовательных посевов.

Тянь-Шаня количество и соотношение форм калия в изученных почвах варьирует в широких пределах. Валовое содержание калия колеблется от 2,1 до 2,4%, калий минерального скелета составляет 50—83% от валового (табл. 34). Вследствие различной интенсивности выветривания при переходе из нижнего пояса сероземов к

Закономерность распределения форм калия, его мобильность в почвах высотных поясов

Региональная особенность Чирчик-Ангренского округа — наличие полного ряда горных поясов с хорошо выраженными почвами от типичных сероземов до высокогорных лугово-степных почв.

На примере этого округа были выявлены закономерности в распределении форм калия и его доступности в почвах различных высотных поясов в зависимости от их положения в вертикальной поясности. Согласно Б. В. Горбунову и др. (1972), при переходе от почв равнины и предгорий к почвам средневысотных гор Тянь-Шаня усиливается аккумуляция гумуса и биологически деятельных элементов, выщелачивание водорастворимых солей, гипса и карбонатов кальция, оглинение и выветривание первичных минералов. Эти факторы и определили в основном калийный режим изученных почв.

В результате исследования было установлено, что из-за неодинаковой интенсивности основных почвообразовательных процес-

сов по мере движения от равнины и предгорий к горам

Таблица 43

Содержание различных форм калия и некоторые показатели почв предгорной равнины и средневысотных гор

Глубина, см	CO ₂ карбонатов	Гумус, %	Содержание фракции < 0,001 мм	K ₂ O, мг/100 г почвы								рН 0,5 рCa
				K _{орг}	K _b	K _{об}	K _{с.п.}	K _{н.об} при		K _c	K _{вал}	
								2 н HCl	20% HCl			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Светлые сероземы												
0—26	7,79	0,86	15,1	4,7	9,3	43	230	216	530	1720	2250	2,03
26—53	9,24	0,36	13,8	2,0	9,7	43	207	215	506	1644	2150	2,00
53—70	9,28	0,22	12,5	1,2	7,8	35	183	215	386	1764	2150	2,53
70—87	0,05	0,17	15,4	1,1	1,9	22	169	211	430	1606	2040	2,83
120—140	—	—	13,2	0,8	1,2	9	137	176	349	1691	2044	3,00
Темные сероземы												
0—8	4,75	2,85	10,1	19,7	5,1	46	238	578	996	1294	2230	2,14
8—16	5,32	1,63	15,8	11,7	2,4	29	205	453	932	1358	2290	2,48
16—40	5,70	1,11	17,7	6,1	2,1	24	193	434	819	1401	2220	2,50
40—70	5,63	0,86	18,2	3,7	1,8	17	185	434	858	1322	2190	2,75
70—95	4,08	0,84	18,3	3,1	0,8	17	185	453	868	1352	2220	2,65
95—115	3,31	0,90	19,6	2,4	0,6	17	185	472	899	1321	2220	2,86
115—130	3,94	0,96	18,8	2,4	0,6	17	185	434	898	1323	2220	2,86
130—150	5,74	0,84	8,1	2,1	0,6	13	169	398	868	1352	2220	2,97
Коричневые выщелоченные												
0—15	0,65	3,11	10,3	25,2	5,3	44	234	659	1022	1098	2180	2,12
15—45	0,60	1,19	18,3	8,8	1,8	27	205	514	1022	1178	2200	2,20
45—70	0,70	0,77	21,5	6,0	1,4	25	193	458	983	1127	2110	2,50
70—96	1,03	0,89	20,9	3,2	0,9	19	157	386	868	1132	2000	2,50
96—125	14,5	0,43	9,2	0,6	0,6	8	104	207	434	1176	1610	3,07
125—175	8,75	—	12,0	0,6	0,6	9	104	201	536	1064	1610	3,07
Бурые горно-лесные												
0—5	1,39	10,74	10,0	36,1	4,7	61	284	723	1110	1192	2300	2,03
5—20	0,92	5,60	11,4	34,0	2,5	66	281	723	1157	1253	2410	1,82
20—45	0,63	2,01	19,6	15,3	2,3	39	249	699	1050	1350	2410	1,68
45—70	0,62	1,55	18,6	9,8	1,8	28	233	651	1060	1350	2410	1,95
70—110	0,64	1,07	20,9	4,8	1,4	21	217	514	1022	1388	2410	1,96
110—150	0,64	0,90	26,0	3,0	0,6	17	205	514	983	1317	2300	2,24
150—180	0,81	—	20,0	2,0	0,6	15	187	446	906	1394	2300	2,25
180—215	8,57	—	12,3	1,2	0,6	9	145	258	546	1364	1610	2,25

почвам средневысотных гор количество калия минерального скелета уменьшается от 1720 до 1192 мг/100 г. Такое снижение остаточного калия минеральной части почв средневысотных гор обусловлено тем, что с усилением интенсивности выветривания в условиях более мягкого климата количество первичных калийных минералов (полевых шпатов, слюд) в них убывает и накапливаются вторичные высокодисперсные минералы (в основном гидрослюды).

Сопряженное определение обменных форм калия позволило установить резервы различной степени подвижности труднодоступных форм этого элемента. Подвижность калия в определенной мере зависит от поглощения его глинистыми минералами. Известно, что нарушение связей вокруг алюмокремниевых единиц приводит к повышению некомпенсированных зарядов, которые уравниваются адсорбированными катионами. Число нарушенных связей и обуславливаемая этим емкость катионного обмена увеличиваются с уменьшением размеров частиц.

Накопление тонкой илстой фракции ($<0,001$ мм) происходит в бурой горно-лесной и коричневой почвах, а также до некоторой степени в темном сероземе (в слое 5—180 см бурой горно-лесной почвы количество частиц $<0,001$ мм составляет 18,4—26,0% против 15,1—12,5% в профиле светлых сероземов). Обогащение глинистыми частицами при переходе от равнинных почв к горным определяется усилением гумидности климата и высокой интенсивностью внутрипочвенного выветривания. Неодинаковая интенсивность оглинения и образования вторичных минералов (гидро-слюд) обусловила различный калийный уровень исследованных почв. Количество и степень подвижности обменных форм калия находятся в тесной зависимости от содержания илстой фракции ($r=0,78-0,93$).

Сравнительная оценка почв различных высотных поясов позволила выявить большую обеспеченность обменным калием и обменными его формами (особенно обменным прочносвязанным калием, извлеченным 20% HCl отдаленного резерва) почв средневысотных гор, содержащих до 26% илстой фракции. По мере нарастания аридности климата и уменьшения илстой фракции почти вдвое от почв средневысотных гор к светлому серозему количество обменных прочносвязанных форм калия уменьшается в 2,0—3,4 раза. Разница в содержании более подвижной формы обменного калия, извлеченного 2н HCl с кипячением, несколько меньше (в 2,6—2,7 раза).

Содержание обменно-поглощенного калия с переходом от почв предгорной зоны к горной меняется мало. Наблюдается тенденция увеличения его содержания в бурых горно-лесных почвах.

На долю обменного и водорастворимого калия в изучаемых почвах приходится незначительное количество (0,6—2,9% валового). Обменным калием лучше обеспечены светлые сероземы как более молодые и менее выветрелые почвы. Однако в верхнем (0—20 см) слое повышенные показатели этой формы калия отмечены для почв с более высокими абсолютными отметками, что обусловлено способностью их к значительной аккумуляции калия. Самое высокое количество водорастворимого калия (до 9,7 мг/100 г) найдено в равнинных почвах.

При общей направленности почвообразования области высоких поясов Западного Тянь-Шаня благодаря неодинаковым биоклиматическим условиям имеют определенные различия. Поэтому

среди почв средневысотных гор наиболее обогащены валовым (2,3—2,4%), обменными (66—100 мг) и обменными (281—1110 мг/100 г) формами калия более увлажняемые бурые горно-лесные почвы, что определяется значительным накоплением в них илстых частиц и особенностями биоценоза. Содержание различных форм калия по профилю бурых горно-лесных почв уменьшается постепенно, что, по-видимому, связано с накоплением и передвижением глинистых частиц на большую глубину (180 см) по сравнению с коричневыми почвами (93—96 см).

Характерной особенностью почв средневысотных гор является очень незначительная разница в содержании силикатного и обменного прочносвязанного калия, извлеченного 20% HCl (в слое 0—100 см — 76—266 мг/100 г). В темных сероземах она возрастает до 298—582 мг, а в светлых — до 1190—1378 мг/100 г. Это свидетельствует об определенном равновесии, в котором находится в горных почвах количество вторичных и первичных калийных минералов, и о явном преобладании последних в светлом сероземе.

Калий органического вещества в изученных почвах находится в прямой корреляционной зависимости от количества гумуса (коэффициент корреляции 0,87—0,92) и его качественного состава. С увеличением абсолютных отметок в условиях влажного климата в почвах средневысотных гор гумус достигает значительных величин (свыше 10% против 0,86—2,88% в сероземах). Вместе с тем изменяется качественный состав гумуса — расширяется соотношение $C_{гк}:C_{фк}$ благодаря увеличению доли гуминовых кислот (Махмудова, 1978; Сидиков, 1981), что способствует более интенсивному связыванию калия растительного опада (Адерихин, Шевченко, 1968). В связи с названными выше факторами в верхних слоях горных почв содержание калия органического вещества составляет 25—36 мг, в светлом сероземе — 4,7—2,0 мг/100 г.

Распределение калия органического вещества по профилю горных почв повторяет в основном ту же закономерность, что и распределение гумуса. О тесной положительной связи в распределении калия органической части с гумусом в профиле почв средневысотных гор свидетельствуют высокие значения коэффициентов корреляции ($r=0,75-0,98$) между ними во всех генетических горизонтах.

Органический калий гумуса становится доступным лишь после его минерализации и рассматривается как калийный резерв.

Со сменой биоклиматических зон происходит изменение в соотношениях форм калия в почвах. Соотношение обменного калия (20% HCl) к обменно-поглощенному расширяется от светлых сероземов (2,1—2,6) к почвам средневысотных гор (3,9—5,5) при близком содержании в них обменно-поглощенного калия, что свидетельствует об увеличении обменного резервного калия в почвах средневысотных гор. Накопление обменных форм калия в этих почвах связано с интенсивным выветриванием, огли-

нением, а также с высокой их гумусированностью. Как показали исследования К. Тап (1978), гумусовые кислоты способствуют высвобождению фиксированного минералами калия.

Более широкие соотношения силикатного калия к необменному (20% НСІ) в светлых сероземах дают информацию о богатстве калием невыветрившихся алюмосиликатов равнинных почв по сравнению с горными.

Генетические особенности почв средневысотных гор, а также вышеперечисленные биоклиматические факторы определили различную прочность связи калия с минеральной основой почвенного поглощающего комплекса (табл. 35).

Таблица 35

Содержание калия, извлекаемого последовательными углеаммонийными и солянокислыми вытяжками из почв средневысотных гор, K_2O мг/кг

Глубина, см	Извлечено первой вытяжкой				Извлечено девятью вытяжками			
	углеаммонийной		солянокислой		углеаммонийными		солянокислыми	
	мг/кг	% от валового	мг/кг	% от валового	мг/кг	% от валового	мг/кг	% от валового
Бурая горно-лесная								
Разрез 53								
0—5	669	3,0	874	3,8	1074	4,6	2169	9,4
5—20	687	2,9	839	3,7	1061	4,4	2169	9,0
20—45	386	2,0	495	2,1	590	2,5	1680	7,0
45—70	299	1,2	416	1,7	472	2,0	1509	6,3
70—110	215	0,9	318	1,3	357	1,5	1350	5,6
Коричневая-выщелоченная								
Разрез 54								
0—5	494	2,3	639	2,9	699	3,2	1790	8,2
15—45	289	1,3	383	1,7	431	2,0	1376	6,3
45—70	270	1,3	351	1,7	409	1,9	1280	6,1
70—96	198	1,0	224	1,1	310	1,6	1077	5,4

Наиболее прочно связанным оказался калий в коричневой выщелоченной почве: первой углеаммонийной вытяжкой из нее извлечено 1,3—2,3% калия от валового его содержания против 2—3% — из бурой горно-лесной почвы; солянокислой вытяжкой — соответственно 1,1—2,9% и 1,3—3,8%. Суммарное количество калия, извлеченное девятью последовательными вытяжками и выраженное в процентах от валового его содержания, в еще большей степени подтверждает положение о том, что наименьшей прочностью связи калия обладает бурая горно-лесная почва.

Изучение термодинамической характеристики почв высотных поясов показало, что наиболее благоприятным калийным режимом среди почв предгорной равнины и средневысотных гор отличается бурая горно-лесная почва, особенно в верхней части про-

филя, в которой калийный потенциал находится в пределах 1,68—1,96. Этот показатель в коричневой выщелоченной почве увеличивается по сравнению с бурой горно-лесной и на глубине 96 см, с которой начинается карбонатный максимум, он достигает 3,03, что отражает значительное ухудшение условий калийного режима. В светлом сероземе показатели калийного потенциала в верхних слоях почвы составляют 2,00—2,03 и близки к показателям бурой горно-лесной почвы. Однако поддержанию величины калийного потенциала на благоприятном уровне в равнинных почвах будет препятствовать ограниченное количество необменных форм калия.

Глава 3

БАЛАНС КАЛИЯ В ПОЧВАХ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Баланс калия, азота и фосфора в хлопководстве

Характерным показателем на всех уровнях применения удобрений является интенсивность баланса, которая выражается (в процентах) отношением возмещения к выносу. Примером высокой интенсивности баланса могут служить такие страны, как Франция, США, ФРГ, где этот показатель по N в пределах 142—149%, по P—122—181%, по K в ФРГ и Франции положительный—133—195%, в США дефицитный—60%. (L. Brettignieze, 1948; и др.). В Белоруссии и Эстонии возмещение с удобрениями выноса NPK составляет соответственно для азота 154—112%, фосфора—178—300, калия—122—177 (Юркин, 1975). Таким образом на современном этапе развития сельского хозяйства уже сейчас во многих зарубежных странах и некоторых республиках СССР внесение калия с удобрениями перекрывает их вынос урожаями, создавая положительный баланс в земледелии.

При сложившейся системе удобрений в Узбекистане вынос калия урожаями превышает его возврат с удобрениями и урожай формируются в основном за счет почвенных ресурсов.

Результаты обобщения статистических данных ЦСУ УзССР по посевным площадям, средней урожайности хлопчатника и внесению под эту культуру органических и минеральных удобрений за 1967—1976 гг., за 10 и 11 пятилетки показали, что применяемые нормы калийных удобрений очень низкие. Это приводит к дефицитному балансу калия (табл. 36). За 1967—1976 гг. в среднем по республике на 1 га было внесено 768 кг K_2O с минеральными и органическими удобрениями, а вынесено в два раза больше—1449 кг, т. е. дефицит баланса калия превысил 680 кг (табл. 37). Показатели интенсивности баланса калия в основном были очень низкие (20—60%). Во всех областях республики, кроме Хорезмской, от 40 до 80% вынесенного урожаями калия—это калий почвы.

Наоборот, азота и фосфора урожаями хлопчатника выносятся значительно меньше, чем вносится в виде удобрений, в связи с чем баланс этих элементов положительный.

Таблица 36

Поступление питательных веществ с минеральными и органическими удобрениями и отчуждение их урожаем хлопчатника-сырца, кг/га (сумма за 1967—1976 гг.)

Область	Внесено с удобрениями						N : P : K	Вынос урожаем			Показатель интенсивности баланса, % с учетом орг. удобр.		
	минеральными			органическими				N					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	2110	1165	169	447	282	587		1:0,56:0,29	1252	417	1390	204	347
ККАССР	2276	1282	534	209	131	280	1:0,57:0,33	1309	436	1739	190	324	47
Андижанская	1980	1054	262	401	220	525	1:0,54:0,33	1185	396	1320	200	322	60
Бухарская	2029	1116	232	253	160	353	1:0,54:0,26	1224	408	1385	186	313	42
Кашкардынская	1893	1075	430	219	138	294	1:0,57:0,34	1165	389	1295	181	312	56
Самаркандская	2490	1384	440	264	160	349	1:0,56:0,29	1450	483	1616	190	320	49
Сурхандарьинская	1872	977	37	68	44	194	1:0,53:0,12	1017	339	1134	191	301	20
Сырдарьинская	2084	1145	375	133	85	185	1:0,55:0,25	1255	413	1402	177	294	40
Ташкентская	2336	1139	432	294	159	389	1:0,51:0,32	1228	410	1360	206	351	60
Ферганская	3147	1797	445	798	499	1160	1:0,58:0,40	1660	553	1850	238	415	87
Хорезмская	2212	1213	336	309	188	432	1:0,55:0,30	1273	434	1449	198	330	53
Среднее по республике													

Таблица 37

Баланс азота, фосфора и калия за 10 лет (1967 — 1976 гг.) в земледелии Узбекистана, кг/га*

Область	Фактич. собрано хлопка-сырца, ц/га	Без учета органических удобрений			С учетом органических удобрений		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ККАССР	278	848	742	—1221	1295	1024	—634
Андижанская	291	957	842	—1205	1166	974	—925
Бухарская	264	791	656	—1058	1192	876	—533
Джизакская							
Кашкадарьинская	272	784	698	—1153	1037	858	—801
Самаркандская	259	724	682	—895	943	820	—571
Сурхандарьинская	322	1035	898	—1176	1299	1058	—827
Сырдарьинская	226	848	634	—1097	916	678	—903
Ташкентская	279	819	720	—1027	952	805	—842
Ферганская	273	1008	727	—928	1302	886	—539
Хорезмская	369	1483	1239	—1405	2281	1728	—245
Среднее по республике	281	920	783	—1113	1239	971	—681

* Баланс азота и фосфора рассчитан с Н.Л. Зглинской.

Компенсация выноса калия удобрениями (интенсивность баланса) в десятой и одиннадцатой пятилетках составила 61—70%, в связи с чем в среднем ежегодно за эти периоды из почв республики с 1 гектара пашни убывало 56—45 кг/га K₂O (табл. 38, 39).

За период с 1967 по 1985 гг. соотношение азота и калия в среднем по республике было 1:0,30:0,37, что и привело к глубокому дефициту баланса калия, снижению почвенного плодородия, нарушению нормальных соотношений основных питательных элементов в почвенном растворе и несбалансированному питанию растений, так как возобновление обменного калия за счет резервных форм происходит заметно медленнее, чем отчуждение его с урожаями. Это подтверждают материалы массовых обследований сельскохозяйственных угодий Узбекской ССР, проведенных в последние годы, которые показали, что в почвах идет интенсивный процесс потери подвижного калия. После завершения четвертого цикла (спустя 18—20 лет после 1-го цикла) в республике количество площадей почв, низко обеспеченных калием, увеличилось с 27% до 40%. В Каракалпакии площадь таких земель увеличилась на 32%, в Самаркандской области — на 47%, Бухарской — 33%, Хорезмской — 12%, Наманганской — 11%.

Балансовая оценка системы применяемых удобрений на основании статистических данных позволяет утверждать, что в республике еще не достигнут требуемый уровень применения калийных удобрений. Если возврат азота и фосфора в почвах Узбекистана за изученные периоды значительно превосходил их

Таблица 38

Поступление питательных веществ с удобрениями и интенсивность баланса в 10-й и 11-й пятилетках

Область	Внесено с удобрениями, кг/га						N : P : K	Показатель интенсивности баланса, %		
	минеральными			органическими						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ташкентская	1111	672	321	105	66	133	1:0,61:0,37	162	296	55
	1087	515	318	134	82	167	1:0,51:0,40	164	252	58
Сурхандарьинская	1:82	779	366	210	136	272	1:0,61:0,43	196	366	76
	1362	637	302	238	149	296	1:0,49:0,37	208	306	70
Сырдарьинская	1016	650	31	55	34	67	1:0,64:0,10	189	370	16
	1131	598	182	54	33	66	1:0,53:0,21	217	347	41
Ферганская	1153	693	348	223	137	272	1:0,60:0,45	198	353	80
	1137	598	256	279	144	288	1:0,52:0,45	197	310	80
Андижанская	1132	717	394	138	93	164	1:0,64:0,44	172	331	68
	1115	526	361	120	91	182	1:0,50:0,44	172	253	69
Самаркандская	1103	693	317	222	137	274	1:0,63:0,45	183	346	73
	1173	572	277	230	143	227	1:0,51:0,40	211	322	76
Бухарская	1162	696	239	261	162	280	1:0,60:0,36	185	337	61
	1232	607	258	302	187	376	1:0,52:0,41	208	323	77
Хорезмская	1538	933	284	530	330	662	1:0,61:0,46	238	422	97
	1647	732	319	567	353	708	1:0,49:0,46	250	377	113
Кашкадарьинская	1178	737	145	121	75	150	1:0,62:0,27	200	377	41
	1290	666	153	114	71	140	1:0,52:0,21	260	409	49
Каракалпакская АССР	1191	740	137	366	229	457	1:0,62:0,38	193	0,31	79
	1190	560	150	286	178	352	1:0,50:0,34	238	358	72
Джизакская	1156	698	73	81	49	90	1:0,65:0,14	219	1,26	22
	1127	641	105	72	45	88	1:0,57:0,16	243	418	35
В целом по УзССР и сумме за 5 лет	1174	728	241	210	131	256	1:0,62:0,36	194	369	61
	1205	600	258	212	133	262	1:0,58:0,37	212	329	70

Примечание: В числителе — сумма за 1976 — 1980 гг., в знаменателе — сумма за 1961 — 1965 гг.

вынос, что способствовало дальнейшему повышению эффективного плодородия почв, то недостаточное внесение калия возмещалось за счет ресурсов почвы и привело к истощению ее этим элементом питания.

Баланс калия и калийный уровень почв в Зарафшанском и Ферганском регионах в результате многолетнего применения удобрений

Изучение особенностей круговорота и показателей отдельных статей баланса элементов питания в конкретных почвенно-климатических условиях дает возможность научно обосновать и раз-

Таблица 39

Общий (валовой) баланс азота, фосфора и калия в хлопководстве Узбекистана в 10-й и 11-й пятилетках, кг/га

Область	Собрано хлопка-сырца, ц/га	Азот			Фосфор			Калий		
		Внесено	Вынесено	Баланс	Внесено	Вынесено	Баланс	Внесено	Вынесено	Баланс
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ташкентская	166	1215	747	468	740	249	491	455	830	-375
	166	1221	746	475	627	249	378	485	831	-346
Сурхандарьинская	169	1492	760	732	915	253	662	640	845	-205
	171	1600	768	832	786	257	529	598	853	-255
Сырдарьинская	125	1070	565	505	685	187	498	100	625	-525
	121	1185	547	638	631	182	449	248	609	-361
Ферганская	155	1375	697	678	830	232	598	620	775	-155
	160	1416	719	697	742	239	503	644	801	-157
Анджиянская	165	1270	742	528	810	247	563	560	825	-265
	159	1235	716	519	617	239	378	543	781	-238
Самаркандская	162	1325	729	596	839	243	587	599	810	-210
	148	1403	665	738	715	222	493	554	741	-177
Бухарская	171	1425	769	656	860	256	604	520	855	-335
	164	1510	739	801	794	246	548	634	821	-187
Хорезмская	194	2070	873	1197	1265	291	974	945	970	-25
	192	2214	885	1329	1089	288	797	1027	961	+66
Кашкадарьинская	144	1300	648	658	812	216	594	295	720	-425
	120	1404	540	864	737	180	557	293	601	-308
Джизакская	177	1140	522	618	745	175	570	165	585	-420
	110	1199	494	705	686	164	522	193	518	-355
Каракалпакская АССР	150	1555	675	880	970	225	745	595	750	-155
	138	1476	620	856	738	206	532	502	691	-189
Итого по УзССР	156	1585	702	683	860	234	626	497	781	-281
в сумме за 5 лет	149	1417	669	748	733	223	510	520	743	-223

Примечание. В числителе — сумма за 1970—1980 гг., в знаменателе — сумма за 1951—1955 гг.

работать практические мероприятия по повышению плодородия почв и получению максимальных урожаев сельскохозяйственных культур (Прянишников, 1952; Кулаковская, Детковская, 1970; Петербургский, Кудеярова, 1977; Никитишен и др., 1977; Прокошев, 1984; и др.).

В Узбекистане имеющиеся сведения по балансу НРК большей частью представлены на основании статистических данных (Закиров, Валиев, Зглинская, Толстова, 1980, 1984; Зглинская, Толстова, 1983). Проблема баланса калия непосредственно в опытах при возделывании хлопчатника на карбонатных почвах средне-

азиатского региона изучена недостаточно. В Узбекистане ею занимались М. А. Белоусов, М. А. Сорокин (1983), Р. Бозоров (1982). Однако эти авторы не учитывали одновременно изменение уровня плодородия почв в условиях интенсивного земледелия, в частности не изучали изменение калийного уровня почв. Для решения этих вопросов были проведены исследования в длительных стационарных опытах (в содружестве с опытными станциями НПО «Союзхлопок») в почвах пустынной зоны и сероземного пояса Зарафшанского и Ферганского регионов, наиболее неблагоприятных в отношении калия.

Будущая роль в отчуждении калия с поля принадлежит растениям. Данные выноса калия хлопчатником и люцерной, а также фактического урожая и применяемых в многолетних опытах удобрений послужили основой для балансовой оценки этих удобрений. При определении баланса в приходную часть был включен калий, поступивший с семенами, атмосферными осадками, опавшими листьями, а также с оросительной водой и взвесьями; в расходную — непроемительные потери его с дренажными водами.

Опыты в пустынной зоне (Зарафшанский округ)

Лугово-оазисные почвы. Гидроморфные почвы характеризуются ограниченными природными резервами калия, что усиливает проблему оптимизации показателей баланса и плодородия.

Баланс калия в системе растение — удобрение — вода за 1973—1982 гг. (вторая ротация севооборота) был изучен в длительном стационарном опыте Бухарской опытной станции НПО «Союзхлопок» на лугово-оазисной аллювиальной почве, подверженной засолению легкосуглинистого механического состава (содержание физической глины 23—34%). В настоящее время эти почвы хорошо промыты (плотный остаток составляет 0,128—0,136%, Cl — 0,014—0,020%). Глубина залегания грунтовых вод 1,5—2,0 м.

Изучались варианты опыта: бессеменное возделывание хлопчатника без удобрений (вар. 13) и с удобрениями (вар. 11), а также выращивание его в хлопково-люцерновом севообороте, где люцерна удобрялась, а хлопчатник после нее не удобрялся (вар. 5); удобрялся (вар. 1). В опыте применяли азотные (Naa) и фосфорные (Pc) удобрения. Калийные удобрения не вносили. Агрохимические показатели этой почвы следующие: на монокультуре хлопчатника гумуса 0,71—0,83%, в севообороте — 0,88—0,97%. Почвы севооборотных делянок значительно обогащены азотом (0,086—0,096%) по сравнению с почвой контрольной делянки (0,053%). По содержанию валового (0,234—0,228%) и подвижного (48—63 мг/кг) фосфора почвы удобряемых делянок превосходят контроль (0,183% и 25 мг/кг соответственно). Содержание валового (1,81—1,82%) и подвижного (115—154 мг/кг) калия в пахотном слое низкое.

Окупаемость азотно-фосфорных удобрений урожаем при систематическом

их применении в лугово-оазисных почвах Зарафшанского округа

№ вари- анта	Показатели	1973	1974	1975
1	2	3	4	5
При монокультуре				
13	Внесено NP, кг/га	—	—	—
	Урожай, ц/га	13,3	14,2	13,1
11	Внесено NP, кг/га	250—200	250—200	150—200
	Урожай хлопка-сырца	13,0	39,9	33,9
	Прибавка урожая хлопка-сырца от удобрений, ц/га	23,7	25,7	20,8
	Затрачено удобрений на 1 т хлопка, кг	121,6	112,8	103,2
	Затрачено удобрений на прибавку 1 т урожая, кг	189,9	175,1	168,3
	Окупаемость удобрений приростом хлопка, кг/кг	5,3	5,7	5,9
В сево-				
5	Внесено NP, кг/га	200—200	0—100	0—100
	Урожай, ц/га	56,1	139,0	123,8
1	Внесено NP, кг/га	200—200	0—100	0—100
	Прибавка урожая хлопка-сырца от удобрений по сравнению с неудобренной монокультурой, ц/га	—	—	—
	Затрачено удобрений на 1 т хлопка-сырца, кг (по сравнению с хлопчатником по не-удобр. люцерне)	—	—	—
	Затрачено удоб-рений на при-бавку 1 т уро-жая, кг по сравнению с хлопчатни-ком по люцерне неудо-бренной	—	—	—
	по сравнению с монокуль-турой неудо-бренной	—	—	—
	Окупаемость ми-нер. удобр. при-ростом хлопка, кг/кг по сравнению с монокульт. неудо-бренной	—	—	—

Анализ эффективности минеральных удобрений по вариантам опыта показал, что она была высокой на монокультуре хлопчатника и зависела от доз удобрений. Уменьшение дозы азота с 250 до 150 и 200 кг/га (в 1975 и 1976 гг.) снизило прибавку урожая на 1,3—3,5 ц/га. К концу второй ротации севооборота в варианте с выращиванием хлопчатника без удобрений по удобренной люцерне урожай его значительно возрос по сравнению с неудо-бренной монокультурой. Положительное действие люцерны к концу ротации убывало и на 7-й год почти не наблюдалось (табл. 40).

1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Всего за 10 лет
6	7	8	9	10	11	12	13
хлопчатника							
—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	14,4	13,1	14,7	15,7	15,0	15,6	143,1
200—200	250—200	250—200	250—200	250—200	300—200	300—200	4450
35,8	39,8	38,1	40,1	37,8	37,9	38,5	378,8
21,8	25,4	25,0	25,4	22,1	22,9	22,9	235,7
111,7	113,7	118,1	112,2	119,0	131,9	129,9	117,4
183,5	177,2	180,0	177,2	203,6	218,3	218,3	182,8
5,5	5,6	5,6	5,6	4,9	4,6	4,6	5,3
обороте							
—	—	—	—	—	—	—	—
27,1	31,9	28,1	31,6	27,7	25,6	23,2	195,2
150—200	200—200	250—200	250—200	300—300	300—300	300—300	3450
21,5	23,6	39,8	37,9	31,6	28,6	23,1	206,1
38,6	83,3	85,1	85,6	126,8	137,6	155,0	110,3
416,7	248,4	181,5	214,3	306,1	333,3	387,1	296,3
162,8	169,5	113,1	118,7	189,9	209,8	259,7	177,4
2,4	4,0	5,5	4,7	3,3	3,0	2,6	3,6
6,1	5,9	8,8	8,4	5,3	4,8	2,6	6,0

Затраты удобрений на содержание 1 т хлопка-сырца при бес-менном возделывании хлопчатника колебались по годам от 103,2 до 131,9 кг, за 10 лет составили 117,4 кг (против 144 кг по нор-мативным показателям на 12 пятилетку по Узбекской ССР) (1986). Окупаемость 1 кг удобрений приростом урожая в опыте была высокой — 5,3 кг хлопка-сырца против 3,3 кг по нормати-вам, что указывает на эффективное использование азотно-фос-форных удобрений на лугово-оазисных почвах при ежегодной норме 245 кг азота и 200 кг фосфора на гектар (в среднем за

10 лет). С увеличением нормы удобрений до $N_{300}P_{200}$ окупаемость 1 кг удобрений снижается. Если при $N_{250}P_{200}$ она составила 5,6 кг, то при $N_{300}P_{200}$ — только 4,6 кг.

На основании химического состава органов хлопчатника и се- на люцерны, а также массы основной и побочной продукции был определен вынос этих элементов за 10 лет. Исследование хими- ческого состава хлопчатника, возделываемого на лугово-оазисных почвах показало, что содержание K_2O сильно колеблется по ор- ганам растений и превалирует в вариантах с внесением удобре- ний. Наибольшее количество калия сосредоточено в створках (3,1—4,8%) и листьях (1,8—3,4%), наименьшее — в семенах (1,0— 1,1%) и волокне (0,5—0,7%). Вынос калия урожаями за десяти- летний период при бессменном его возделывании в неудобреном варианте составил 441,7, при внесении азотно-фосфорных удо- брений значительно больше — 2386,6 кг/га (табл. 41). Выращива-

Таблица 41

Баланс калия на лугово-оазисных почвах Бухарского оазиса
Зарафшанского округа за 10 лет (1973 — 1982 гг.)

Статьи баланса	Хлопчатник (бессмен- но)		Севособорот 3 : 7		
	неудобр.	NP	люцерна		хлопчатник
			Р	неудобр.	
Поступило в почву с удобрениями:					
N	—	2450	200	—	1750
P	—	2000	400	—	1700
K	—	—	—	—	—
Поступило калия с оросительной водой со взвешями	400	400	120	280	280
с семенами и атмосферными осадками	7,5	7,5	2,0	5,5	5,5
Возврат с листьями	13,0	13,0	3,9	9,1	9,1
Возврат с семенами	36,6	34,9	—	66,0	240,9
Всего поступило калия, кг/га	457,1	745,4	125,9	360,6	535,5
Расход калия: вынос урожаями отчуждения с дренажными водами	441,7	2386,6	573,9	1239	2257,5
Всего израсходовано калия, кг/га	880	880	260	620	620
	1321,7	3266,6	833,9	2190	3137,5
Баланс калия*	—846,6	—2521,2	—708,0	—1829,4	—2602
		13,0		16,4	17,1
Баланс калия в севооборотных деланках:					
а) люцерна удобрённая + хлопчатник неудобрённый (7 лет)				—2537,4	
				16,1	
б) люцерна удобрённая (3г) + хлопчатник удобрённый (7 лет)					—3310,0
					16,6
Урожай, ц/га (М. Насриддинов)	143,1	378,8	323,3	195,2	318,6
Расход на 1 ц хлопко-сырца, кг	3,1	6,3		6,3	7,0

* Примечание. В данной и последующих таблицах в числителе — баланс калия, кг; в знаменателе — интенсивность баланса (отношение к выносу), %.

ние хлопчатника без удобрений после распахки люцерны привело к увеличению выноса калия на 797,3 кг/га по сравнению с неудобреной монокультурой за счет усиленного отчуждения калия культурой люцерны. Внесение удобрений под хлопчатник в севообороте, также как и на монокультуре, способствовало более интенсивному выносу калия урожаями, что привело к заметному снижению почвенных запасов.

Расход калия на создание 1 ц хлопко-сырца составил на неудобреной монокультуре 3,1 кг, а при внесении удобрений и увеличении в почве подвижного фосфора (с 25 мг/кг до 48—63,0 мг/кг) — 6,3 кг за счет формирования более мощного куста и повышения числа коробочек. В севообороте эти величины соответственно составляли 6,3 и 7,0 кг (табл. 41).

Наряду с этим за отмеченный период были зафиксированы и непронизводительные потери калия с промывными поливами. Наблюдения показали, что в среднем содержание K_2O в дренажной воде в устье коллектора (Чакмак) около 15,9 мг/л, а в оросительной воде, подаваемой из Зияутдина — 6,6 мг/л. Установлено, что за 10 лет в дренажные воды вымывается 880 кг/га K_2O , привносится с оросительной водой 400 кг, со взвешями — до 8 кг калия на 1 га пашни. Кроме того, в почву при монокультуре хлопчатника с опавшими листьями за этот период поступило 36,6 кг/га в неудобреном варианте и 324,9 кг/га в удобренном; при севообороте — соответственно 66,0 кг/га и 240,9 кг/га (30% общего выноса листьями хлопчатника).

С учетом всех изученных приходных и расходных статей было выявлено, что в опыте на лугово-оазисных почвах пустынной зоны за 10-летний период (1973—1982 гг.) сложился отрицательный баланс калия (табл. 41). При внесении азотно-фосфорных удобрений под хлопчатник на монокультуре (по сравнению с контролем) дефицит баланса калия увеличился на 1674,6 кг/га (2521,2 против 846,6 кг/га). В хлопково-люцерновом севообороте эта разница несколько снивелирована, что обусловлено высокой урожайностью хлопчатника без внесения удобрений после распахки удобренной люцерны. Дефицит баланса калия при внесении удобрений в севообороте был на 788,8 кг/га выше по сравнению с монокультурой хлопчатника.

Балансовая оценка позволила установить более высокое использование подвижного калия при применении азотно-фосфорных удобрений. Результаты определения обменного калия в пахотном слое почв за этот период показали, что при выращивании хлопчатника происходит снижение его количества. Так, на монокультуре хлопчатника без внесения удобрений содержание этой формы калия уменьшилось на 19 мг/кг (или на 79,8 кг/га), а в результате применения азотно-фосфорных удобрений потери обменного калия увеличились в 2 раза. В севообороте отчуждение калия происходило более интенсивно. В неудобреном варианте оно

было больше на 9 мг/кг (или на 37,8 кг/га), в удобренном — на 17 мг/кг (или 71,4 кг/га) по сравнению с соответствующими вариантами по монокультуре (табл. 42).

Таблица 42

Изменение содержания подвижного калия в лугово-оазисных почвах за 10 лет (1973 — 1982 гг.)

Показатель	K ₂ O			
	На монокультуре		В севообороте	
	контроль	NP	контроль	NP
1. Содержание (мг/кг) и запасы (кг/га) в пахотном слое K ₂ O по данным 1% (NH ₄) ₂ CO ₃ вытяжки: в начале второй ротации (1973г.)	173/727	170/714	176/739	170/714
в конце второй ротации (1982г.)	154/647	132/554	148/622	165/483
2. Убыль K ₂ O по вариантам во вторую ротацию	-19/-80	-38/-160	-28/-118	-55/-231

Примечание. В числителе — мг/кг, в знаменателе — кг/га.

При активном потреблении калия растениями и истощении запасов непосредственно усвояемых его форм в почве происходит постоянное восполнение их за счет мобилизации его из более прочносвязанных форм. Изучение этих форм калия в конце наблюдений показало, что в удобренном варианте по монокультуре хлопчатника расход обменно-поглощенного калия был на 150 мг/кг выше по сравнению с неудобренным вариантом, в севообороте — соответственно на 180 мг/кг. Аналогичная закономерность зафиксирована и для обменных форм калия.

Новоосвоенные серо-бурые почвы. На юге Зарафшанского округа около 200 тыс. га серо-бурых почв пригодно к освоению. Эти почвы были исследованы в Маликчульской степи на экспериментальном участке Бухарской опытной станции (колхоз «Кызыл Узбекистан» Навоийского района Самаркандской области). По механическому составу изученные почвы легко-среднесуглинистые с содержанием физической глины в пахотном слое 30—31%, в подпахотном — 25—30%. Ниже 70 см профиль слоистый, суглинистые слои чередуются с супесчано-песчаными. В почвах опытного участка гипсовые горизонты встречаются с глубины 30—70 см, наиболее распространенная глубина гипсовых скоплений — 60 см. Почвы слабо засолены в основном сернокислыми солями (в пахотном слое плотного остатка 0,631%, Cl — 0,015%, SO₄ — 0,278%), в связи с чем осваивают их без мелиорации. Ежегодно в зимне-весенний период проводятся влагозарядковые поливы, выполняющие одновременно и промывочную роль.

Почвы характеризуются низким естественным плодородием в пахотном слое — 0,32% органического вещества, 0,038% валового

азота, 0,097% фосфора и 1,97% калия; NO₃ и NH₄ — соответственно 3—4 мг/кг и 9—11 мг/кг, подвижных форм P₂O₅ — 9 мг/кг, K₂O — 220—270 мг/кг.

Полевые опыты были заложены на целине. В качестве культур-освоителей возделывали хлопчатник и люцерну. Были изучены четыре варианта: монокультура хлопчатника (четыре года) без удобрений и при внесении азотных (N₂₅₀) и фосфорных (P₂₀₀) удобрений; хлопчатник по пласту трехлетней люцерны без удобрения растений и при удобрении. Люцерна за три года жизни получила P₃₀₀, а хлопчатник по пласту ее — N₂₅₀P₂₀₀. Калийные удобрения в опыте не вносились. За четыре года возделывания культур увеличилось количество гумуса и фосфора.

Таблица 43

Изменение содержания форм калия в серо-бурых почвах за 4 года освоения (1978 — 1981 гг.)

Показатель	K ₂ O			
	После 4 лет возделывания хлопчатника		После 3 лет люцерны + 1 год возделывания хлопчатника	
	неудобр.	NP	неудобр.	NP
1. Содержание (мг/кг) и запасы (кг/га) в пахотном слое обменного K ₂ O по данным 1% (NH ₄) ₂ CO ₃ вытяжки на целине (перед закладкой опыта), 1978 г.	274/1151		220/924	
в конце 4-го года освоения, 1981 г.	242/1016	231/970	163/683	155/651
2. Убыль K ₂ O по вариантам за 4 года освоения	-32/-135	-43/-181	-57/-239	-65/-273
3. Содержание (мг/кг) и запасы (кг/га) в пахотном слое обменно-поглощенного K ₂ O по данным 2н HCl при настаивании на целине (перед закладкой опыта), 1978 г.	1344/5645	—	1227/5153	
в конце 4-го года освоения, 1981 г.	1293/5131	128/5389	1001/4204	905/3801
4. Убыль K ₂ O по вариантам опыта за 4 года освоения	-5/-214	-61/-256	-226/-949	-322/-1352
5. Содержание (мг/кг) и запасы (кг/га) в пахотном слое обменного K ₂ O по данным вытяжки 2н HCl с кипячением на целине перед закладкой опыта), 1978 г.	2468/10366	—	2219/9320	—
в конце 4-го года освоения, 1981 г.	2452/10298	2365/9933	2093/8791	2057/8639
6. Убыль K ₂ O по вариантам опыта за 4 года освоения	-16/-68	-103/-433	-126/-529	-162/-681

При освоении серо-бурых почв культуры — освоители по-разному влияли на калийный режим (табл. 43). На четвертый год освоения в пахотном слое почв содержание обменного калия уменьшилось: при бессменном хлопчатнике (4 года) с 274 до 242 мг и после возделывания хлопчатника по пласту трехлетней люцерны с 220 до 163 мг/кг, а также обменно-поглощенного калия ближнего резерва с 1344 до 1293 мг и с 1227 до 1001 мг/кг. Соответственно несколько снизились запасы и необменных форм калия отдаленного резерва. Аналогичные закономерности были зафиксированы и для подпахотного слоя. При внесении азотно-фосфорных удобрений возрастал вынос этого элемента урожаем и усиливалась трансформация форм калия, особенно после люцерны.

Эффективность удобрений по вариантам опыта была неодинакова и зависела от культур освоенителей. Внесенные азотно-фосфорных удобрений на монокультуре хлопчатника повысило сбор хлопка-сырца за 4 года до 138,6 ц/га (против 67,1 ц/га в контроле). За три года возделывания люцерны суммарный урожай сена в варианте без удобрений составил 321 ц/га, а при внесении суперфосфата он увеличился на 127 ц/га. При возделывании хлопчатника по пласту люцерны эффективность удобрений была также высокой (табл. 44).

Таблица 44

Эффективность удобрений при освоении серо-бурых почв за четыре года

Показатель	Культуры					
	Хлопчатник бес- сменно 4 года		Люцерна 3 года		Хлопчатник по пласту люцерны	
	не удобря- емая	НР	неудобря- емая	НР	неудобря- емая	НР
Урожай, ц/га	67,1	138,6	321,1	448,3	26,7	38,6
Прибавка от удобрений, ц/га		71,5		127,2		21,9
Вынос калия на прибавку урожая, кг/га		547,1		252,2		141,5
Затрачено удобрений на 1 т хлоп- ка-сырца, кг		129,9				116,6
Затрачено удобрений на прибав- ку 1 т урожая, кг		251,7				205,4
Окупаемость минеральных удоб- рений приростом хлопка, кг/кг		2,5				2,1

Окупаемость удобрений урожаем хлопка при возделывании хлопчатника по хлопчатнику же на опыте была невысокой и составила 2,5 кг на 1 кг удобрений, а по пласту люцерны еще ниже — 2,1 кг, что уступает оптимальным нормативным данным (3,3 кг). Это указывает на излишне высокие дозы применяемых в опыте азотно-фосфорных удобрений. Однако несмотря на низкую окупаемость удобрений урожаем, применение высоких их норм оправдано, так как при этом происходит обогащение почв

доступными элементами питания, то есть повышается плодородие почв. Как известно, при разовом внесении больших норм удобрений в почвы, слабо обеспеченные элементами питания, нельзя достигнуть стабильных высоких урожаев, как на хорошо обеспеченных почвах.

Наблюдения показали, что применение удобрений усиливает ростовые процессы, приводит к образованию мощной вегетативной массы куста и, как следствие этого, к большому потреблению калия. Вынос этого элемента находился в прямой зависимости от процентного содержания калия в растениях и урожая.

Содержание K_2O в органах хлопчатника, возделываемого на новоосвоенных серо-бурых почвах, %

Варианты	Листья	Стебли	Стежки	Семена	Волокно
Хлопчатник по распаханной целине					
1-й (неудобр.)	2,3	1,2	3,0	1,1	0,7
2-й (удобр.)	2,9	1,4	3,1	1,1	0,6
Хлопчатник по пласту 3-летней люцерны					
5-й (неудобр.)	2,6	1,2	3,1	1,1	0,7
6-й (удобр.)	3,0	1,3	3,2	1,1	0,6

Поскольку калийные удобрения не применялись, а вынос калия хлопчатником и, особенно, люцерной был высоким, то урожай возделываемых культур формировался за счет почвенных его запасов. В результате этого за четыре года баланс этого элемента на новоосвоенных серо-бурых почвах сложился с глубоким дефицитом: при бессменном хлопчатнике без применения удобрений 241,2 кг/га, при внесении $NP - 706,3$ кг/га, при возделывании люцерны (3 года) + хлопчатник (1 год) — соответственно 524,4 и 800,4 кг/га (табл. 45).

Из приведенных выше опытов следует, что возделывание различных культур неодинаково влияет на компоненты почвенного плодородия (люцерна выносит больше подвижных и резервных форм калия, чем хлопчатник). Это связано с тем, что снижение обменного калия происходит не только под воздействием культуры трав, но и, согласно П. В. Протасову (1951), в результате биологического закрепления калия микроорганизмами почвы при разложении ими органических остатков (на второй год после распашки люцерны). Поэтому в земледелии необходимо рассчитывать не только прямые и косвенные затраты энергоресурсов на производство культур, но и расход энергии на воспроизводство почвенного плодородия после нее.

Опыты в сероземном поясе (Ферганский округ)

1. Лугово-оазисные сазовые почвы Ферганского округа, отличающиеся бедностью почвообразующих пород калием, были изучены в стационарном опыте Ферганской опытной станции НПО

Таблица 45

Баланс калия в новоосвоенной серо-бурой почве Зарафшанского округа за 4 года (1978—1981 гг.)

Статьи баланса	Хлопчатник 4-го года		Люцерна 3-го года		Хлопчатник по пласту люцерны	
	неудобренный	НР	неудобренный	НР	неудобренный	НР
Поступило в почву за 4 года с удобрениями:						
N	—	1000	—	—	—	250
P	—	800	—	300	—	200
K	—	—	—	—	—	—
Поступило калия с естественной водой с атмосферными осадками и семенами с листьями	80	80	80	80	80	80
Итого калия, кг/га	5,2	5,2	3,9	3,9	1,3	1,3
Расход калия, кг/га	46,8	128,8	—	—	22,3	44,0
Вынос калия урожаем	132,0	214,0	83,9	83,9	103,6	125,3
Баланс калия, кг/га	373,2	920,3	545,8	798,0	166,1	307,6
Баланс калия, кг/га	—241,2	—706,3	—461,9	—618,1	—62,5	—182,3
Баланс калия в севооборотных деланках		23				
а) люцерна неод. (3 года) + хлопч. неод. (1 год)					—524,4	
б) люцерна удоб. (3 года) + хлопчат. удоб. (1 год)						—800,4
Урожай, ц/га*	67,1	138,6	321,1	448,3	26,7	33,6

* Данные С. Яллаева.

«Союзхлопок», заложенном в 1954 г. Опыт проводили в 3 вариантах на монокультуре хлопчатника: контроль (без удобрений), удобрённый NPK и удобрённый NPK + навоз (10 т). За 1974—1983 гг. в варианте NPK под хлопчатник внесено N_{220} кг/га, P_{1410} K_{675} , в варианте NPK + навоз — с навозом дополнительно N_{300} P_{250} K_{500} .

Почва опытного участка лугово-оазисная сазовая на пролювиальных отложениях, тяжелосуглинистая с близким залеганием грунтовых вод (1,2—1,5 м). Эти почвы в значительной степени рассолены (плотный остаток равен 0,394—0,539%, Cl —0,004—0,005%, $NaCO_3$ —0,022—0,027%). Определение химического состава изученной почвы показало, что в пахотном и подпахотном слоях контрольного варианта содержалось гумуса 1,61—1,36%, N —0,13—0,10%, P_2O_5 —0,196—0,188%, K_2O —2,34—2,31%, в удобренном варианте — соответственно 1,76—1,73%, 0,12—0,11%, 0,228—0,220% и 2,30—2,29%, в навозном — 2,01—1,81%, 0,15—0,14%, 0,256—0,240%, 2,36—2,34%. Содержание подвижного фосфора в конт-

рольном варианте составило 9,6—8,0 мг/кг, в удобренном — 43,6—23,6 мг/кг, калия — соответственно 216—221 мг/кг и 201—206.

На основе фактического материала по опыту (1974—1983 гг.) и литературных данных (Протасов, Катаев, 1968; Шадманов, Парватов, 1975) за 1954—1973 гг. были проанализированы показатели урожаев, затраты удобрений и рассчитан баланс.

Исследованиями установлено, что использование удобрений на лугово-оазисных сазовых почвах было рациональным, эффективность их возрастала с давностью освоения. Так, в первое десятилетие после закладки опыта (1954—1963) урожайность хлопчатника от применения удобрений повысилась в среднем на 9,4 ц/га, во второе — на 12,8, в третье — 14,3, при дополнительном внесении навоза — соответственно на 11,6 ц/га; 14,8; 16,8. Сборы хлопко-сырца в контрольном варианте по сравнению с первым десятилетием снизились на 23%, но были сравнительно высокими и составили 20,6—20,3 ц/га. Это указывает на довольно высокую производительную способность лугово-оазисных сазовых почв.

Таблица 46

Окупаемость удобрений урожаем при систематическом их применении в лугово-оазисных почвах Ферганского округа

Показатель	Внесено NPK удобрений, по десятилетиям, кг/га				Средний урожай хлопко-сырца, ц/га			
	1954—1963 гг.	1964—1973 гг.	1974—1983 гг.	в среднем за 30 лет	1954—1963 гг.	1964—1973 гг.	1974—1983 гг.	в среднем за 30 лет
Контроль без удобрений	—	—	—	—	25,2	20,6	20,3	22,0
Удобрённый NPK	2250	3260	4285	3245	34,6	33,4	34,6	34,2
Удобрённый NPK + навоз (10 т)	3400	4350	5435	4395	36,6	35,4	37,1	36,4
Прибавка от удобрений:								
NPK					9,4	12,8	14,3	12,2
NPK + навоз					11,6	14,8	16,8	14,4
Затрачено удобрений на 1 т хлопка, кг								
NPK					65	95,8	123,8	94,9
NPK + навоз					92,4	122,9	146,5	120,6
Затрачено удобрений на прибавку 1 т урожая, кг								
NPK					239,1	250	299,6	266,0
NPK + навоз					293,1	293,9	323,5	295,5
Окупаемость минеральных удобрений приростом хлопка, кг/кг								
NPK					4,2	4,0	3,3	3,7
NPK + навоз					3,4	3,4	3,1	3,3

Повышение сборов хлопка-сырца от удобрений с отдалением от начала опыта (1954) было обусловлено снижением плодородия почвы в контрольном варианте, поскольку урожайность в удобренном (NPK) варианте за три десятилетия изменилась слабо — от 33,4 до 34,6 ц/га (табл. 46), в то же время на навозном варианте она была выше минерального и возросла в третьем десятилетии. В среднем за этот период урожайность хлопчатника в удобренном варианте составила 22 ц/га, удобренном (NPK) — 34,2 ц/га, навозном варианте — 36,4 ц/га, а прибавка от удобрений — соответственно 12,2 и 14,4 ц/га.

В связи с увеличением доз минеральных удобрений затраты их на получение одной тонны хлопка-сырца в третьем десятилетии по сравнению с первым возросли в 2 раза. Так, если за период 1954—1963 гг. они составляли 65 кг, то в третье десятилетие (1974—1983) — 123,8 кг. Аналогичные закономерности отмечены и по затратам удобрений на прибавку одной тонны хлопка-сырца. При внесении навоза эти показатели были выше.

Окупаемость минеральных удобрений приростом хлопка в первом десятилетии была 4,2 кг/кг, в третьем — 3,3 кг/кг. В среднем за три десятилетия на 1 кг удобрений получено 3,7 кг хлопка. При внесении навоза оплата 1 кг удобрений была несколько ниже. По современным представлениям все эти показатели находятся на уровне нормативных данных.

Определение выноса калия показало, что он широко колеблется по вариантам опыта (табл. 47). С вегетативной массой (побочной продукцией) выносятся 79,7—83,3% K_2O , с репродуктивной — 16,7—20,3%.

Таблица 47

Вынос калия органами хлопчатника, кг/га
(среднее за 1974—1983 гг.)

Вариант опыта	Органы хлопчатника					Вегетативная масса	Репродуктивная масса	Общий вынос	Расход на 1 ц хлоп.-сырца, кг
	Листья	Стебли	Створки	Семена	Волокно				
Контроль	12,9	19,7	30,5	12,0	4,1	63,1	16,1	79,27	3,8
NPK	30,1	56,2	63,5	22,9	7,1	149,3	30,0	179,85	5,1
NPK + навоз (10 т ежегодно)	32,4	47,8	68,8	33,0	10,3	148,7	43,3	192,00	5,2

Расход калия на создание 1 ц хлопка-сырца составил на удобряемой монокультуре (при содержании в почве этого варианта 43,6 мг/кг P_2O_5) 5,1 кг.

Среди органов хлопчатника минимальное количество калия (0,7—0,8%) содержится в волокне, максимальное — в створках (2,9—4,5%), несколько меньше его в листьях (1,7—3,0%), еще

меньше — в стеблях (1,2—1,4%). С семенами этой культурой отчуждается 12,7—15,2% потребляемого растениями калия. В удобренных вариантах процент калия в органах хлопчатника воз-
растал.

Содержание калия (%) органах хлопчатника

Вариант опыта Органы хлопчатника

	Листья	Стебли	Створки	Семена	Волокно
Контроль	1,7	1,2	2,9	1,1	0,7
NPK	2,1	1,9	3,5	1,2	0,8
NPK + навоз (10 т)	3,0	2,5	4,5	1,4	0,8

Балансовая оценка применения калийных удобрений в опыте выявила, что за десятилетний период (1974—1983) баланс калия был отрицательным как по минеральному (—1548,8 кг/га), так и по навозному (—1164,9 кг/га) вариантам (табл. 48). Следователь-

Таблица 48

Баланс калия в многолетнем опыте при возделывании хлопчатника на лугово-оазисных сазовых почвах Ферганского округа

Показатель	За 10 лет (1974—1983)			За 3 года (1984—1986)		
	неудобр.	NPK ₇₅	NPK ₇₅ + 10 т навоза	неудобр.	NPK ₇₅	NPK ₁₀₀ + 30 т навоза*
Поступило за 10 лет в почву с удобрениями:						
N	—	2200	2600	—	675	1035
P	—	1410	1660	—	450	675
K	—	675	1175	—	300	750
Поступило калия с оросительной водой со взвешенными с атмосферными осадками и семенами	200	200	200	60	60	60
с листьями	1,2	1,2	1,2	0,36	0,36	0,36
с стеблями	13	13	13	3,9	3,9	3,9
с створками	38,7	90,5	96,0	12,1	22,5	30,9
с семенами	252,9	979,7	1485,2	76,4	386,8	815,2
Итого калия, кг/га						
Расход калия						
Отчуждение с дренажными водами	730	730	730	219	219	219
Вынос калия урожаем	792,7	1798,5	1920,5	224,1	474,6	606,0
Всего, кг/га	1522,7	2528,5	2650,1	443,1	693,6	825,0
Баланс, кг/га	—1269,8	—1548,8	—1164,9	—366,7	—306,8	—20,2
Урожай, ц/га**	203	346	371		55,8	102,4

* С 30 т навоза ежегодно вносится 150 кг K_2O ; ** данные Н. Уразметова.

но, при дополнительном ежегодном внесении 10 т навоза на гектар по фону минеральных удобрений дефицит калия снизился только на 383,9 кг/га. В связи с этим было целесообразно изучить, как складывался баланс калия в результате применения более высоких

доз навоза. При внесении в течение 3 лет (1984—1986) 100 кг/га калия и дополнительно по этой норме ежегодно 30 т навоза баланс калия сложился в первом случае отрицательно (—306,8 кг/га), во втором положительно (+20,2 кг/га). Существенно возросли сборы хлопка-сырца: за счет минеральных удобрений урожай хлопка-сырца увеличился за 3 года на 27,8 ц/га, при внесении навоза по минеральному фону — на 42,1 ц/га против контроля. При этом за счет навоза прибавка составила 14,4 ц/га, или 4,8 ц/га ежегодно.

Ежегодное применение навоза (10 т) по NPK позволило в большой степени компенсировать вынос калия урожаем, но и в этом случае интенсивность баланса была ниже 100% (56%). И только при ежегодном внесении 30 т навоза по NPK интенсивность баланса достигла 102%. Согласно Л. Л. Шишову, Л. Н. Короблевой и др. (1987), при расширенном воспроизводстве плодородия почв интенсивность баланса калия должна превышать 100%.

Балансовая оценка применения калийных удобрений при возделывании хлопчатника в вариантах опыта позволила выявить направление процессов, происходящих в почвах в отношении калия. Так, на монокультуре хлопчатника без внесения удобрений за десятилетний период усиль бесменного калия составила 9 мг/кг (или 38 кг/га), при внесении на азотно-фосфорном фоне 50—75 кг/га калийных удобрений — 17 мг/кг (или 71 кг/га.)

Заметные изменения в содержании резервного калия по сравнению с контролем произошли в варианте NPK: в полуметровой толще снизилось количество обменно-поглощенного калия (на 161—170 мг/кг) и необменного калия (на 643 мг/кг).

В результате применения в опыте низких доз калийных удобрений (K_{75}) произошло неполное воспроизводство потенциального плодородия почв, его постепенное снижение. По мнению Л. Л. Шишова и И. И. Карманова (1986), интенсивная химизация и современная агротехника, внедрение новых сортов могут способствовать получению вполне удовлетворительных урожаев и при неполном воспроизводстве плодородия почв. Однако это способствует нарушению природных почвенных режимов и в дальнейшем может привести к серьезным, экологическим нарушениям. Согласно Б. Г. Розанову (1986), одним из условий роста эффективного плодородия почв является прогрессивное повышение и расширенное воспроизводство потенциального плодородия.

Радикальное изменение калийного уровня почв в опыте произошло при внесении повышенных доз навоза (30 т) по минеральному фону (K_{75}): количество обменного калия увеличилось в 2 раза (табл. 49), возросло содержание обменных форм его за счет фиксации.

Сероземно-оазисные почвы пояса светлых сероземов Ферганского округа. Были изучены в многолетнем стационарном опыте Андижанского филиала НПО «Союзхлопок». Эти почвы сформированы на аллювиально-пролювиальных отложениях, преимущест-

Таблица 49
Изменение содержания калия в лугово-оазисных сазовых почвах Ферганского округа при бессменном возделывании хлопчатника

Показатель	Хлопчатник неудобрен- ный	Хлопчатник NPK	Хлопчат- ник NPK + навоз (10 т)	Хлопчатник NPK + навоз (30 т)
1. Содержание (мг/кг) запаса (кг/га) в пахотном слое K_2O по данным 1% $(NH_4)_2 CO_3$ вытяжки:				
а) в начале 1974 г.	225/945	202/848	220/921	
б) в конце 1983 г.	216/907	185/777	218/916	
2. Прибыль или убыль K_2O по вариантам за этот период	-9/ -38	-17/-71	-2/ -8	
3. а) в начале 1984 г.				218/916
б) в конце 1986 г.				421/1768
4. Прибыль K_2O за этот период				+203/+852

Примечание. В числителе — мг/кг, в знаменателе — кг/га.

венно тяжелосуглинистых, незасоленных, с мощным гумусированным слоем (около 100 см). Изучению были подвергнуты следующие варианты опыта: бессменное возделывание хлопчатника без удобрений и при внесении удобрений (NPK); выращивание хлопчатника в севообороте без удобрений и при внесении удобрений (NPK). Следует отметить заметное повышение гумуса в почве удобряемого варианта на монокультуре хлопчатника (1,069% против 0,958% в контроле). Возделывание хлопчатника в севообороте заметно обогащает почву органическим веществом — до 1,160—1,221%.

Содержание валового фосфора в пахотном и подпахотном слоях контрольного варианта на монокультуре составляло 0,114—0,100%, подвижного — 21,2—19,2 мг/кг; валового калия — 1,80—1,70%, подвижного — 229—217 мг/кг, в удобренном варианте — соответственно 0,164,—0,140%, 58,4—53,6 мг/кг и 1,71—1,61%, 386—277 мг/кг. В севообороте в удобренном варианте против контрольного количество фосфора увеличилось с 0,140—0,114% до 0,180—0,152%, подвижных его форм — с 32,0—11,2 мг/кг до 48,0—24,8 мг/кг. Содержание валового калия в неудобренном варианте составило 1,86%, подвижного — 221 мг/кг, в удобренном — 1,85—1,86% и 312—241 мг/кг.

На основании опубликованного материала (Протасов, 1972 и др.) и фактических данных по опыту (1975—1984) дана оценка системы применяемых удобрений, влияние их на урожайность хлопчатника.

При бессменном возделывании хлопчатника без удобрений сборы хлопка-сырца резко убывали. Если в первом десятилетии (1936—1944) было получено в среднем 25,7 ц/га, то в пятом (1975—

Окупаемость минеральных удобрений урожаем при систематическом их применении на сероземно-оазисных почвах Ферганского округа

Показатель	Внесено NPK удобрений по десятилетиям, кг/га					Средний урожай хлопка-сырца по десятилетиям, ц/га				
	1936 — 1944	1945 — 1954	1955 — 1964	1965 — 1974	1975 — 1984	1936 — 1944	1945 — 1954	1955 — 1964	1965 — 1974	1975 — 1984
Монокультура, контроль без удобрений	2990	—	—	—	—	25,7	21,6	16,0	15,9	16,8
Удобрений NPK	—	2480	2150	3585	4810	37,3	35,7	31,4	31,6	28,8
Прибавка от удобрений, ц/га	—	—	—	—	—	11,6	14,1	18,4	15,7	12,0
Затрачено удобрений на 1 т хлопка, кг	—	—	—	—	—	89,0	69,3	62,5	103,6	167,0
Затрачено удобрений на прибавку 1 т урожая, кг	—	—	—	—	—	286,4	175,1	116,8	208,4	402,2
Окупаемость минеральных удобрений приростом хлопка, кг/кг	—	—	—	—	—	3,5	5,7	8,5	4,7	2,5
В севообороте — без удобрений	—	—	—	—	—	29,3	28,0	29,3	28,7	25,4
Удобрений NPK — всего (хлопчатника)	1910	1685	1930	2750	4375	37,8	37,6	38,7	40,9	37,8
Прибавка от удобрений, ц/га	—	—	—	—	—	8,5	9,6	9,4	12,2	12,4
Затрачено удобрений на 1 т хлопка, кг	—	—	—	—	—	71	71,5	60,1	79,4	115,4
Затрачено удобрений на прибавку 1 т урожая, кг	—	—	—	—	—	316,9	290,5	218,0	265,4	441,5
Окупаемость минеральных удобрений приростом хлопка, кг/кг	—	—	—	—	—	3,2	3,4	4,0	3,7	2,3

1984) — 16,8 ц/га, что на 8,9 ц/га ниже первоначального результата. Введение севооборота с трехлетним стоянием люцерны позволило резко увеличить урожайность хлопчатника. В результате произрастания люцерны сборы хлопка-сырца возросли по десятилетиям: в первом — на 3,6 ц/га; во втором — 6,4; в третьем — 13,3; в четвертом — 12,8, пятом — 9,6. При этом эффект от люцерны с отдалением от начала проведения опыта возрастал. В среднем прибавки от удобрений по десятилетиям на монокультуре колебались от 11,6 до 18,4 ц/га, в севообороте были ниже — от 8,5 до 12,4 ц/га, хотя урожайность хлопчатника здесь более высокая. Это объясняется положительным влиянием люцерны на плодородие почвы, вследствие чего урожайность этой культуры без применения удобрений возрастала. Поскольку абсолютная урожайность хлопчатника была выше в севообороте, то затраты удобрений на получение 1 т хлопка-сырца на севооборотных участках были ниже (60,1—145,4 кг против 69,3—167,0 кг — на монокультуре). Однако затраты на получение 1 т прибавки урожая по сравнению с монокультурой увеличились, что обязано более высокому урожаю хлопка в севообороте без применения удобрений. Вследствие этого и окупаемость 1 кг удобрений урожаем в севообороте была ниже (2,3—4,0 кг против 2,5—8,5 кг) (табл. 50).

Исследования показали, что изученные сероземно-оазисные почвы пояса светлых сероземов обладают значительным естественным плодородием. Это позволило на высоком агротехническом фоне без применения удобрений в условиях опыта получить урожай 19,1 ц/га (в среднем за 49 лет), при севообороте — 28,1 ц/га, с применением удобрений — соответственно 33,5 и 38,6 ц/га (табл. 51).

Таблица 51

Урожай хлопка-сырца на сероземно-оазисной почве Ферганского округа при бессменной культуре хлопчатника и в севообороте, ц/га

Вариант	1936 — 1944 гг.	1945 — 1954 гг.	1955 — 1964 гг.	1965 — 1974 гг.	1975 — 1984 гг.	Средний урожай хлопка за 1936—1984 гг., ц/га	Средний урожай за 40 лет
Хлопчатник (бессменно, без удобрений)	231,4	216,1	160,1	159,2	168,3	935,1	19,1
NPK	335,8	357,7	344,2	316,8	287,9	1642,4	33,5
В севообороте 3:7 хлопчатника (7 лет) без удобрений	176,0	168,1	205,4	210,9	177,5	927,9	28,1
NPK	226,8	226,1	271,1	286,6	261,7	1275,4	38,6

Химический состав хлопчатника показал, что в результате применения удобрений несколько возрастает содержание калия в органах хлопчатника. При внесении удобрений процент калия в вегетативных органах и волокне увеличивается. В семенах калий почти не накапливается.

Вынос K_2O хлопчатником по

Варианты опы- та	1975 г.	1976 г.	1977 г.	1978 г.	1979 г.	1980 г.	1981 г.
---------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Хлопчатник бессменно

Неудобрен- ный	79,8	77,2	86,9	80,7	105,0	87,1	90,9
НРК	182,4	170,7	174,3	199,5	237,9	203,1	180,1

В севообороте

Неудобрен- ный	(за 3 года)	683,5	126,6	157,9	150,7	127,2
НРК	(за 3 года)	833,0	198,6	306,6	282,5	299,8

Содержание калия (%) в органах хлопчатника

Вариант опыта	Органы хлопчатника				
	Листья	Стебли	Стежки	Семена	Волокно
По монокультуре					
Хлопчатник неудобр.	1,81	2,06	3,86	1,15	0,652
НРК	2,70	2,50	4,21	1,16	0,863
В севообороте					
Хлопчатник неудобр.	2,50	2,06	3,90	1,14	0,720
НРК	3,20	2,41	4,10	1,17	0,801

Определение выноса калия по годам за 1975—1984 гг. показало, что при внесении удобрений потребление калия возрастало в два и более раз по сравнению с неудобряемым хлопчатником. Так, при бессменном его возделывании за 10 лет растением потреблено почвенного калия 836,6 кг, при внесении удобрений вынос калия хлопчатником достиг 1846,4 кг, а в севообороте этот показатель за 7 лет составил соответственно — 920,5 и 1760,2 кг. В соответствии с выносом находился и расход калия на создание 1 ц хлопка-сырца. Расчеты показали, что он был минимальным (4,5 кг) при возделывании хлопчатника без удобрений при монокультуре. При внесении удобрений содержание подвижного фосфора в почве повысилось с 21,2 до 58,4 мг/кг. Применение удобрений на таком повышенном фосфатном фоне благоприятствовало созданию мощного куста с большим количеством плодоеlementов, что увеличивало расход калия на создание 1 ц хлопка-сырца до 6,4 кг. В севообороте потребление калия было соответственно выше — 5,2 и 6,6 кг (табл. 52).

годам (1975 — 1984 гг.), кг/га

Таблица 52

Варианты опы- та	1982 г.	1983 г.	1984 г.	Всего K_2O потреблено		Расход на 1 ц хлопка-сырца, кг
				хлопчатни- ком	хлопч. + лю- церной	
Неудобрен- ный	79,6	77,7	71,7	836,6		4,5
НРК	177,1	160,0	161,3	1846,4		6,4
Неудобрен- ный	123,7	119,3	115,1	920,5	1604,0	5,2
НРК	243,5	208,0	221,2	1760,2	2593,2	6,6

Таблица 53

Баланс калия (кг/га) на сероземно-оазисных почвах Ферганского округа при возделывании хлопчатника за 10 лет (1975 — 1984 гг.)

Статьи баланса	Хлопчатник бессменно		Севооборот 3:7			
	неудобр.	НРК	люцерна 3 года		Хлопчатник 7 лет	
			неудобрен- ный	НРК	неудобрен- ный	НРК
Поступило в почву за 10 лет с удобрениями, кг/га						
N	—	2125	—	—	—	1750
P	—	1585	—	3609	—	1245
K	—	1100	—	225	—	875
Поступило калия, кг/га с оросительной водой со взвесьями	200	200	60	60	140	140
с семенами и атмо- сферными осадками	5,7	5,7	1,7	1,7	4,0	4,0
с листьями	13	13	3,9	3,9	9,1	9,1
Итого:	218,7	324,7	65,6	65,6	159,1	159,1
Всего поступило калия, кг/га	261,7	1424,7	65,6	290,6	204,1	1123,1
Расход калия, кг/га (вынос урожая)	836,6	1846,4	683,5	833	920,5	1760,2
Баланс калия, кг/га	—574,9	—421,7	—617,4	—542,4	—716,4	—637,1
Баланс калия в сево- обороте:		77,2		34,9		63,8
поступило калия за 10 лет люцерны + хлопч.					269,7	1413,7
вынос урожая лю- церны + хлопчатник					1604	2593,2
Баланс калия, кг/га					—1334,3	—1179,5
					16,8	54,5

Примечание. В числителе — баланс калия (кг), в знаменателе — интенсивность баланса (%).

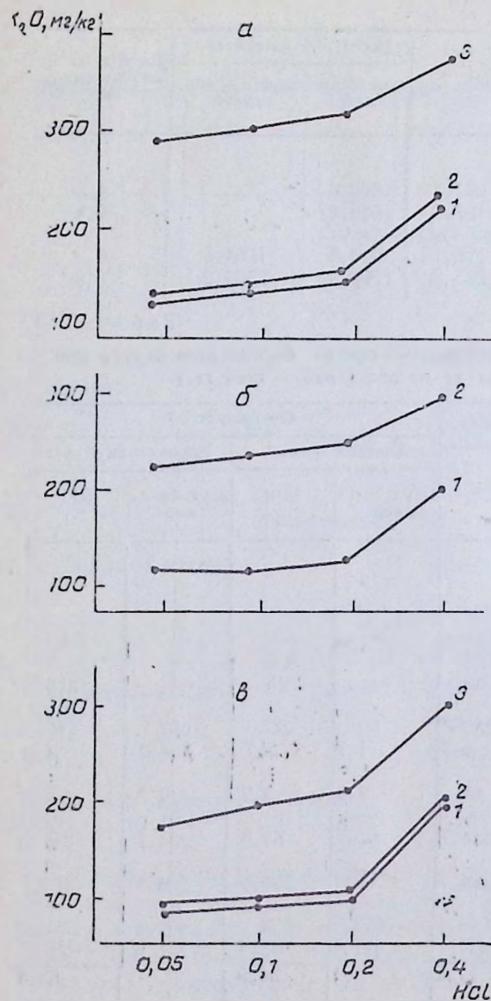


Рис. 3. Изменение десорбции калия из почв под влиянием удобрений при бессменном возделывании хлопчатника.

а — лугово-оазисная (Ферганский округ); 1 — контроль, 2 — NPK_{100} , 3 — $\text{NPK}_{100} + \text{NaPO}_3$; б — сероземно-оазисная (Ферганский округ); 1 — контроль, 2 — NPK_{110} ; в — лугово-оазисная (Зарафшанский округ); 1 — контроль, 2 — NPK , 3 — NPK_{150} .

Результаты расчетов за 1975—1984 гг. выявили в опыте отрицательный баланс калия. Особенно глубокий дефицит баланса калия отмечен на севооборотах деланках (табл. 53).

Ежегодное применение калийных удобрений в опыте на сероземно-оазисных почвах в дозе 110 кг/га K_2O (1100 кг/га за 10 лет) обеспечило некоторое накопление обменного калия в почве при общем отрицательном балансе (табл. 54). Однако потребление его растениями за десятилетний период составило 1846—1760 кг/га и недостающая часть этого элемента была взята из почвенных запасов. Пополнение обменного калия происходило за счет трансформации его из необменных форм, что привело к снижению содержания их в почве. Следовательно одно только накопление калия в почве без учета показателей баланса калия еще не говорит о повышении плодородия почв.

Как показали кривые десорбции калия (рис. 3); при внесении малых доз калийных удобрений (50—75 кг/га) или при внесении азотно-фосфорных удобрений (без калийных) и интенсивном выносе калия хлопчатником способность почв десорбировать калий из прочносвязанных форм и поддерживать калийное равновесие в почвенном растворе низкая. Увеличение

доз калийных удобрений приводит к усилению десорбции калия в раствор.

Таблица 54

Изменение содержания калия в сероземно-оазисных почвах Ферганского округа при бессменном возделывании хлопчатника и в севообороте за 10 лет (1975—1984 гг.)

Показатель	При монокультуре		В севообороте	
	неудобр.	НРК	неудобр.	НРК
1. Содержание (мг/кг) и запасы (кг/га) в пахотном слое K_2O по данным 1% $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ вытяжки: в начале 1974 г. в конце 1984 г.	222/899 220/391	260/1053 286/458	200/810 211/855	249/1008 228/923
2. Прибыль или убыль K_2O по вариантам за этот период	-2/-8	+26/+105	-11/-45	+21/+85

Примечание. В числителе—мг/кг, в знаменателе—кг/га.

Влияние содержания в почвах подвижного фосфора и калия на потребление калия хлопчатником и пути дифференцированного применения калийных удобрений в хлопководстве

При агрохимическом обследовании орошаемых земель было выявлено различное содержание в них подвижных форм питательных элементов, что необходимо учитывать при планировании калийных удобрений под хлопчатник.

Влияние содержания подвижного фосфора на эффективность калийных удобрений было изучено Х. Саттаровым (1962), который установил, что при внесении калийных удобрений растения на фоне азота и фосфора развиваются более мощно. Так, при внесении $\text{N}_{150}\text{P}_{100}$ сухая масса в конце вегетации составила 114,4 г на одно растение, при $\text{N}_{150}\text{P}_{100}\text{K}_{100}$ —169,3, при $\text{N}_{150}\text{P}_{200}\text{K}_{100}$ —195,6. В соответствии с этим прибавки от калия были 2,6 и 4,2 ц/га, т. е. на повышенном фосфатном фоне эти прибавки увеличивались.

Аналогичные результаты получены и в Таджикском НИИЗ в опытах 1969—1971 гг. (Ольшанецкий, 1973).

Позднее Т. Хамраевым (1979) и Р. Бозоровым (1982) были проведены стационарные полевые опыты на территории Бухарской опытной станции НПО «Союзхлопок» (опыт 1) в 1970—1972 гг., в колхозах им. Кирова Свердловского района (опыт 2) в 1971—1972 гг. и им. Энгельса Вабкентского района Бухарской области (опыт 3) в 1976—1978 гг. Зарафшанского округа. Дополнительный фосфатный фон с содержанием подвижного фосфора по схеме опытов был создан согласно методическим указаниям ВНИИ по закладке и оценке серийных многофакторных полевых опытов с удобрениями при изучении фосфатного уровня в почве. Результаты исследований показали, что чем богаче почвы подвижным фосфо-

Расход калия на создание 1 ц хлопка-сырца на почвах с различным содержанием подвижных фосфора и калия (средние данные)

Почва	Содержание подвижных форм, мг/кг		Внесено удобрений кг/га,			Урожай хлоп-ка-сырца, ц/га	Вынос K ₂ O, кг/га	Расход K ₂ O на 1 ц хлопка-сырца, кг	Сред-нее
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
Чирчик-Ангренский округ									
Лугово-оазисная аллювиальная, с-з Пятилетия УзССР Галабинского района (1972—1973 гг.), Касымов, Толстова	45,0	289	150	150	70	48,7	264,8	6,20	6,4
			150	30	70	42,3	269,5	6,37	
			300	150	70	48,9	326,4	6,67	
Сероземно-оазисная, к-з «Ленинизм» Янгильского района (1974--1975 гг.), Касимов, Толстова	60	338	250	0	70	45,5	287,6	6,32	6,5
			250	50	70	46,2	310,0	6,71	
Сероземно-оазисная, ЦЭБ НПО «Союзхлопок» (1978—1983), Вайс, 1988 г.	31,2	130	200	140	100	40,1	1241,1	5,12	5,2
Зарафшанский округ									
Лугово-оазисная аллювиальная (1968—1973), Бозоров, 1982 г.	32	150	150	150	30	38,5	197	5,11	5,3
			150	150	90	38,0	173	4,55	
Лугово-оазисная, к-з им. Энгельса Бухарского района (1983—1984), Бозоров, 1984 г.	46,3	100—200	260	150	—	33,4	200,6	6,00	6,5
			260	150	125	35,6	242,5	6,81	
			260	150	170	37,1	254,4	6,85	
Лугово-оазисная, к-з им. Энгельса Бухарского района (1984—1985), Толстова, 1985 г.	52,0	100—200	230	150	—	35,0	203,9	—	—
			260	150	120	37,4	230,0	6,15	
			260	150	170	40,2	270,1	6,72	
Лугово-оазисная, Бухарская опытная станция (1981—1984), Насрединов, Толстова	48	150	300	200	—	37,7	239,0	6,35	6,4
			150	100	75	28,5	—	6,77	
Сероземно-луговая, Самаркандская опытная станция (1967—1968), Протасов, 1972 г.	45,5		—	175	125	24,4	—	6,00	6,4
			250	175	125	34,8	—	6,50	

Продолж. табл. 55

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ферганский округ									
Светлая лугово-оазисная, с-з «Ленинабад» Кызыл-Тюбинского массива (1973—1975), Байназаров, 1980 г.	17,8	260	250	175	75	41,5	185,9	4,48	4,3
			300	250	75	46,0	193,2	4,20	
Новоосвоенная сероземно-луговая, с-з «Ленинабад» Кызыл-Тюбинского массива (1973—1975), Байназаров, 1980 г.	13,5		250	175	75	46,2	216,2	4,68	4,5
			300	250	75	49,1	218,0	4,44	
Лугово-оазисная сазовая (1967—1968), Протасов, 1972 г.	35,9		100	100	—	27,0		5,53	5,5
Сероземно-оазисная (светлый серозем) (1967—1968), Протасов, 1972 г.	23,7		100	100	50	32,3		4,64	4,6
Лугово-оазисная сазовая, Ферганская опытная станция (1980—1985), Толстова	42	160	225	150	75	35,4	163,6	5,08	5,1
Сероземно-оазисная, Андижанский филиал НПО «Союзхлопок», Толстова, 1990 г.	21,2	229	—	—	—	19,8	836,6	4,47	4,5
			58,4	386	212	158	110	28,8	

ром, тем выше эффективность калийных удобрений. Так, в опытах с низким и средним содержанием подвижного фосфора прибавки урожая от калийных удобрений составили 1,9—3,8 ц/га, при повышенном содержании фосфатов они возрастали до 3,1—5,3 ц/га. В соответствии с этим при планировании калийных удобрений необходимо дифференцировать их нормы в зависимости от обеспеченности почв не только обменным калием (как это было в предыдущих рекомендациях), но и подвижным фосфором. В рекомендациях по применению калийных удобрений в колхозах и совхозах (1980 г.) при установлении норм исходили из урожайности хлопчатника и расхода калия на создание 1 ц хлопка-сырца, который на всех почвах был принят за 5 кг.

Однако нашими исследованиями в длительных стационарных опытах (табл. 41, 47, 52) установлено, что на почвах с повышенным содержанием подвижного фосфора (46—60 мг/кг и выше) потребность хлопчатника в калии возрастает по сравнению с низкообеспеченными (до 30 мг/кг). На повышенном фосфатном фоне при высоком уровне азотного питания на создание 1 ц хлопка-сырца расходуется 6,5 кг, при низком — 4,5 кг калия.

Проведенный анализ опубликованных массовых полевых опытов в различных регионах республики на основании сделанного нами расчета расхода калия на создание 1 ц хлопка-сырца (табл. 55) подтвердил выявленные закономерности.

В связи с неодинаковым выносом калия урожаями хлопчатника на почвах с различным содержанием подвижного фосфора автором разработана шкала для расчета норм калийных удобрений под хлопчатник, которая использована в рекомендациях по применению калийных удобрений под хлопчатник в колхозах и совхозах Узбекской ССР (1986 г.). В этих рекомендациях потребность хлопчатника в калии определяется путем умножения показателей расхода калия для создания 1 ц хлопка-сырца на планируемую урожайность. При этом расход калия на создание 1 ц хлопка-сырца на почвах с повышенным содержанием фосфора принимается за 6,5 кг, со среднеобеспеченным — за 5,0 кг, низкообеспеченным — за 4,5 кг (табл. 56).

На потребление калия хлопчатником оказывает влияние также содержание обменного калия в почве. Согласно данным НИПО «Союзхлопок», НИА АН УзССР и ЦНИАО, полученным ранее при обобщении материалов по эффективности калийных удобрений, на почвах, содержащих обменный калий до 100 мг/кг, калийные удобрения должны применяться в нормах, соответствующих потребности калия растениями (биологическая норма). При содержании в почве обменного калия 100—200 мг/кг следует применять 75% биологической нормы, а при 200—300 мг биологическую норму снижают в два раза (50%). На почвах, содержащих обменный калий больше 400 мг/кг, калийные удобрения применять нецелесообразно (табл. 56).

Таблица 56

Дифференцированное внесение калийных удобрений с учетом содержания обменного калия и подвижного фосфора (пример расчета для урожайности 40 ц/га)

Содержание в почвах подвижного фосфора, мг/кг	Расход калия на создание 1 ц хлопка-сырца, кг	Содержание в почвах обменного калия, мг/кг	Годовая норма калийных удобрений (K ₂ O), кг/га	Биологическая норма, %
До 30	4,5	0—100	180	100
31—45	5,0		200	
46—60	6,5		260	
Более 60	6,5		260	
До 30	4,5	100—200	125	75
31—45	5,0		150	
46—60	6,5		195	
Более 60	6,5		195	
До 30	4,5	200—300	90	50
31—45	5,0		160	
46—60	6,5		130	
Более 60	6,5		130	
До 30	4,5	300—400	45	25
31—45	5,0		50	
46—60	6,5		65	
Более 60	6,5		65	

В среднем по республике норма калийных удобрений с учетом запланированной урожайности хлопка-сырца и обеспеченности почв обменным калием должна составлять 1:0,5 в соотношении к азоту вместо рекомендованной раньше 1:0,33.

Среднегодовые нормы внесения калийных удобрений под хлопчатник

Содержание обменного калия в почве, мг/кг	Отношение азота к калию	Норма внесения, %	
		под зябь или осеннюю вспашку	в бутонизацию
0—100	1:1	50	50
101—200	1:0,75	50	60
201—300	1:0,5	50	50
301—400	1:0,25	—	100
более 400	—	—	—

Рекомендации по применению калийных удобрений под хлопчатник в колхозах и совхозах Узбекистана, изданные в 1986 г., включены в сводный план внедрения и пропаганды достижений Госагропрома УзССР в 1987 г. Эта разработка в настоящее время внедряется в хозяйствах республики. В 1987 г. она внедрена в Ферганской области на площади 37,6 тыс. га, Андижанской — 74,3 тыс. га, Бухарской — 91,8 тыс. га, Кашкадарьинской — 21 тыс. га; в 1988—1989 гг. в Наманганской области — на 127 тыс. га. Экономический эффект от применения калийных удобрений в среднем по областям составляет 36 р. с 1 гектара.

Расчет экономической эффективности в среднем на 1 га
посевной площади

Показатель	Варианты	
	базовый	новый
Площадь посева, га	1	1
Урожайность, ц	34,1	36,2
Закупочная цена, р.	67,2	67,2
Себестоимость продук- ции, р.	50,0	50,0
Валовый сбор продукции, ц	34,1	36,2
Стоимость валовой продук- ции, р.	2291,5	2432,6
Чистый доход, р.	586,5	622,6
Разница, р.	—	36,1

Валовый сбор:

базовый $1 \times 34,1 = 34,1$ ц

новый $1 \times 36,2 = 36,2$ ц

Стоимость валовой продукции:

базовый $34,1 \times 67,2 = 2291,5$ руб.

новый $36,2 \times 67,2 = 2432,6$ руб.

Чистый доход:

базовый $(67,2 - 50,0) \times 34,1 = 586,5$ руб.

новый $(67,2 - 50,0) \times 36,2 = 622,6$ руб.

Экономическая эффективность на площади 1 га $622,6 - 586,5 = 36,1$ руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход на новые интенсивные системы земледелия вызывает необходимость диагностики калийного состояния почв Узбекистана в увязке с почвенно-климатическим районированием. На основании комплексных исследований и разработанной системы показателей, выявляющей обеспеченность почв доступным калием, обосновываются характерные особенности калийного состояния почв природных регионов республики. Исследования показали, что слабая окварцованность ирригационных наносов Чирчик-Ангренского региона, высокое содержание калиевых минералов в коренных интрузивных породах, а также повышенная увлажняемость этого региона, влияющая на степень биогенной аккумуляции калия, обусловили более высокую обеспеченность подвижными и резервными формами калия сероземно-оазисных и лугово-оазисных почв по сравнению с Зарафшанским и Ферганским регионами. В связи с этим длительное орошаемое земледелие в Чирчик-Ангренском регионе не привело к формированию почв значительно обедненных калием. Длительное орошение почв Зарафшанского округа мутными водами способствовало образованию мощных агроирригационных горизонтов, отличающихся высокой окварцованностью (отношение кварца к полевым шпатам в пределах 5,2—7,0 против 3,8—4,5 в Чирчик-Ангренском округе). Это определило невысокое содержание в сероземно-оазисных почвах Зарафшанского округа подвижного и обменного калия, их соответственно в 1,5—2,0 и 1,2—1,3 раза меньше, чем в орошаемых сероземах. По направлению с запада на восток (от Зарафшанского к Ферганскому региону) при близких величинах обменного калия в почвах соотношение обменного калия к общему сужается (от 34 до 24), что свидетельствует о более ограниченных потенциальных резервах калия в почвах Ферганского региона. Это обусловлено бедностью калием коренных пород (конгломератов, песчаников), являющихся основным источником рыхлого материала, принимающего участие в формировании почвогрунтов.

Благодаря повышенному количеству слюды лугово-оазисные почвы пустынной зоны Нижнеамударьинского округа по подвиж-

ному калию не уступают, а по обменным формам иногда превосходят аналогичные почвы в сероземном поясе Зарафшанского и Ферганского округов.

В пределах одного и того же бассейна при переходе от верхнего течения реки к нижнему калийный уровень почв зависит от их минералогических и кристаллохимических показателей. Установлено снижение обменно-поглощенных и обменных форм калия в твердом стоке реки и почвах от верховьев к низовьям, что обусловлено уменьшением в том же направлении количества слюдистых минералов и преобладанием в них структур диоктаэдрического типа, устойчивых к выветриванию.

Проведенные исследования показали, что прочность связи калия с минеральной частью почв зависит от степени трансформации почвенного поглощающего комплекса. С ростом вторичных изменений минеральной основы почв при усилении гидроморфизма прочность связи калия возрастает. Гидроморфные почвы, обладающие наибольшей прочностью связи калия, имеют незначительный непосредственный и более высокий потенциальный резервы. Наибольшим непосредственным и ближним резервами обладают зональные почвы (сероземы) — в 1,5—2,5 раза больше, чем гидроморфные. Запасов непосредственного резерва калия в сероземно-оазисных почвах на лессах Ферганского и Зарафшанского округов (соответственно 1,05 и 1,03 т/га) в 2 раза меньше, чем в аналогичных почвах Чирчик-Ангренского округа, отличающихся слабой прочностью связи калия. Самые низкие показатели потенциального резерва (48,9—63,7 т/га) отмечены в почвах Ферганского округа.

Наиболее благоприятный калийный режим зафиксирован для сероземно-оазисных почв Чирчик-Ангренского округа (калийный потенциал равен 2,0—2,3 против 2,5—3,1 в Ферганском и Зарафшанском округах). В вегетационных опытах были установлены оптимальные величины калийного потенциала, при которых получены наибольшие прибавки урожая хлопчатника: в сероземах 2,08—2,33, в луговых почвах — 2,48—2,50. На второй год после действия калийных удобрений калийный потенциал возрос до 3,39, что свидетельствует о низком переходе K^+ в раствор и о калийной недостаточности. Методами регрессионного анализа результатов полевых опытов дана оценка закономерностей связи прибавок урожая с показателями калийного потенциала. Выявлено, что эти показатели имеют высокую обратную связь с урожайностью ($r = -0.84 \text{—} -0.63$).

Опыты с проростками (биологический метод истощающей культуры) показали, что самой высокой производительной способностью и усвояемостью калия растениями обладают более обеспеченные им сероземно-оазисные почвы Чирчик-Ангренского округа. Сухая масса пяти последовательных посевов проса, выращенного на почвах этого округа, была на 17—15%, а вынос калия на 21—24% выше, чем в почвах Зарафшанского и Ферганского округов. Установлено, что слабо выветренные светлые и типичные сероземы на

лессах молодого голодностепского возраста содержат больше валового калия и его подвижных форм и, как показали опыты с проростками, они лучше обеспечивают калийное питание растений, чем сероземы на лессах более древнего ташкентского возраста. Это связано с тем, что сероземы на лессах ташкентского возраста при выветривании теряют калийные минералы и равновесный уровень обменного калия падает вследствие снижения скорости высвобождения его из обменного состояния.

В связи с неодинаковой интенсивностью почвообразовательных процессов по мере движения от равнин и предгорий к горам Тянь-Шаня количество и соотношение форм калия в почвах вертикальной поясности различно. При нарастании гумидности климата, усилении аккумуляции гумуса, выветривания первичных минералов и оглинения содержание органического, обменного калия и обменных его форм увеличивается от светлых сероземов к почвам средневысотных гор. Наиболее обогащены этими формами калия бурые горно-лесные почвы. Эти почвы отличаются наиболее благоприятным калийным режимом (калийный потенциал 1,68—1,96) и наименьшей прочностью связи калия с минеральной основой почв.

На основе показателей емкости и структуры баланса (по статистическим данным) дана оценка существующей системы применения удобрений в республике и выявлен положительный баланс по азоту и фосфору и отрицательный — по калию. Установившееся в 10-й и 11-й пятилетках соотношение азота и калия 1:0,36—0,37 в среднем по областям республики привело к дефициту баланса калия, снижению почвенного плодородия и несбалансированному питанию растений. Поэтому обеспечение элементами питания хлопчатника должно проходить на более высоком уровне компенсации по калию.

По результатам многолетних стационарных опытов, при ежегодном применении азотно-фосфорных (без калийных) удобрений под хлопчатник на лугово-оазисных и новоосвоенных серо-бурых почвах пустынной зоны Зарафшанского округа за десятилетний период сложился отрицательный баланс калия с более глубоким дефицитом в севообороте. При такой системе удобрений происходило отчуждение почвенного калия, вследствие чего снизились запасы не только подвижных, но и резервных его форм, главным образом обменно-поглощенного калия ближнего резерва. На лугово-оазисных почвах Ферганского округа при бессменном возделывании хлопчатника без удобрений за десятилетний период убыль обменного калия составила 9 мг/кг, а при внесении 50—75 кг K_2O на фоне NP — 17 мг/кг, кроме того снизилось и количество обменных форм калия. При внесении 30 т/га навоза по минеральному фону содержание обменного калия увеличилось в 2 раза и возросло количество обменных его форм. В последнем варианте баланс калия был положительным (интенсивность баланса 102%).

В сероземно-оазисных почвах этого округа при внесении за десятилетний период 1100 кг/га калия на фоне NР под хлопчатник сложился отрицательный баланс этого элемента, так как вынос его с урожаем составил 1846 кг/га. Несмотря на дефицитный баланс калия количество обменных форм его в почве несколько увеличилось за счет восполнения из необменных форм. Однако накопление обменного калия без учета его баланса еще не свидетельствует о повышении плодородия почв.

В этих опытах, как показали кривые десорбции калия, было установлено, что в почвах, длительное время не получавших или получавших недостаточное количество калийных удобрений (50—75 кг/га), восстановление обменного калия из прочносвязанных форм ослаблено в результате низкой его десорбции.

Влияние интенсификации земледелия на почвенный покров республики в зоне хлопкосеяния требует постоянного контроля за изменением калийного уровня почв с учетом показателей баланса и круговорота. Установленный в опытах характер изменения форм калия в почвах под влиянием факторов интенсификации обеспечивает возможность направленного влияния на плодородие почв в отношении калия с прогнозированием их свойств.

В длительных полевых опытах был уточнен расход калия на создание 1 т хлопка-сырца. На высокоплодородных почвах, содержащих 46—60 мг/кг и больше подвижного фосфора, потребление калия хлопчатником возрастает и достигает 65 кг, на низкообеспеченных оно равно 45 кг. В связи с этим разработана шкала по дифференцированному внесению калийных удобрений в зависимости от содержания в почвах подвижного фосфора.

Таким образом, проведенные исследования позволили решить теоретические вопросы комплексной оценки калийного состояния почв основных регионов республики, а также изыскать новые подходы к решению проблемы калия в земледелии, которые заключаются в усилении информативности критериев, характеризующих потребность орошаемых почв зоны хлопкосеяния в калийных удобрениях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Авакян Н. О. Почвенный поглощающий комплекс и калийное питание // *Агрохимия*. 1969. № 8. С. 35—43.
- Авакян Н. О. Калий почвенного раствора и питание растений калием // *Агрохимия*. 1970. № 8. С. 67—74.
- Авакян К. М., Ачканов А. Я., Неговелев С. Ф. Формы и резервы калия в черноземах и перегнойно-карбонатных почвах Северного Причерноморья Краснодарского края // *Агрохимия*. 1972. № 7. С. 29—35.
- Авакян Н. О. Потенциал и количество калия в окультуренных почвах Армении и эффективность калийных удобрений // *Агрохимия*. № 3. 1972. С. 27—32.
- Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 330 с.
- Аделунг А. С. Западная часть Чаткальского хребта. Ангренское плато и восточная оконечность Кураминских гор // *Геология УзССР*. М.; Л., 1937. Т. 1. С. 79—147.
- Адерихин П. Г. Формы калия в зональных почвах Центрально-черноземных областей // Третий делегат. съезд почвоведов. М.: Наука, 1968. С. 130—134.
- Адерихин П. Г., Шевченко Г. А. Состав гумуса черноземов Центрально-черноземной полосы и его изменение при окультуривании // *Агрохимия*. 1968. № 5.
- Адерихин П. Г., Беляев А. Б. Калий органического вещества почв Центрально-черноземных областей // *Агрохимия*. 1972. № 11. С. 48—53.
- Адерихин П. Г., Беляев А. Б. Калий и его содержание, формы и распределение в почвах Центрально-черноземных областей // *Почвоведение*. 1973. № 10. С. 99—107.
- Азимова М. К. Минералогический состав, формы, резервы калия и фосфора в почвах Каршинской степи. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Ташкент. 1982. 24 с.
- Азимова М. К., Исмаилов Д. Р. Формы и резервы калия в орошаемых почвах юга Узбекистана // *Агрохимия*. 1982. № 12. С. 61—69.
- Азимова М. Г. Калийный потенциал орошаемых почв юга Узбекистана // *Тр. ИПА АН УзССР*. Ташкент, 1983. Вып. 23. С. 6—9.
- Араибаев М. П., Малаев Н. Р., Ниязова М. М. Минералогический состав сероземов и коричневых почв южной части Туранской фации. Ашхабад: Билым, 1972. 284 с.
- Ариушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Изд. МГУ. 1970. 487 с.
- Байназаров Н. Эффективность применения минеральных удобрений под хлопчатник на луговых и сероземно-луговых почвах Ферганской области. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Ташкент, 1980. 25 с.
- Беляев Н. К. Повышение плодородия почв орошаемой хлопковой зоны СССР. М.: Сельхозиздат, 1954. С. 382—396.
- Бамбер С., Хамберт Р. П. Достижения в познании связей калия в почве и растениях // *Удобрения* (пер. с англ.). М.: Колос. 1966.
- Белоусов М. А. Физиологические основы корневого питания хлопчатника. Ташкент: Фан, 1975. 237 с.

Белоусов М. А., Сорокин М. А. Круговорот и баланс гумуса и питательных веществ в районах интенсивной химизации Узбекистана // Повышение плодородия почв и продуктивности сельского хозяйства при интенсивной химизации. М.: Наука, 1983. С. 283—295.

Бозоров Р. Калий в луговых, подверженных засолению почвах Бухарской области и дифференцированное использование калийных удобрений под хлопчатник. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Ташкент, 1982. 24 с.

Бозоров Р. Применение калийных удобрений в условиях подверженных засолению луговых почв Бухарской области // Эффективность калийных удобрений в хлопководстве. Ташкент: Фан, 1984. С. 33—40.

Братчева М. И., Толстова Л. Н. Содержание калия в сероземах Кашкадарьинского и Чирчик-Ангренского региона // Тр. НИИП МСХ УзССР. Ташкент, 1972. Т. 8. С. 83—89.

Братчева М. И., Протасов П. В. Агрохимические свойства почв Средней Азии // Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР. М., 1974. С. 305—322.

Вайс Т. Урожайность хлопчатника в зависимости от содержания форм калия в типичных сероземах Ташкентского оазиса. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. н. Ташкент, 1988. 28 с.

Васильковский Н. П., Минова И. Е. Посттретичные тектонические движения в долине р. Чирчик // Мат. по геологии Туркестана. 1935. Вып. 15. С. 107—113.

Васильковский Н. П. Геологическая карта Средней Азии. Масштаб 1:500000. Лист К-42—Г, юго-восточная четверть (Коканд). М.: Л. 1941. 228 с.

Васильковский Н. П. Выступление на совещании в Ташкенте в 1948 г. по четвертичному периоду. Ташкент: изд. АН УзССР, 1953.

Важенин И. Г., Карасева Г. И. О формах калия в почве и калийном питании растений // Почвоведение. 1959. № 3. С. 11—21.

Вернадский В. И. Избр. соч. Т. 1. М.: АН СССР, 1954. 969 с.

Генусов А. З., Горбунов Б. В., Кимберг Н. В. Почвенно-климатическое районирование Узбекистана в сельскохозяйственных целях. Ташкент, 1960. 117 с.

Генусов А. З. Почвы Ташкентской области // Почвы Узбекской ССР. Ташкент: Фан, 1964. Т. III. С. 212—295.

Генусов А. З. Почвы и земельные ресурсы Средней Азии. Ташкент: Фан, 1982. 133 с.

Горбунов Н. И. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М.: Изд. АН СССР, 1963. 280 с.

Горбунов Н. И., Градусов Б. П. Методы определения высокодисперсных минералов // Почвоведение. 1966. № 6. С. 105—117.

Горбунов Н. И. Индивидуальные и смешаннослойные минералы, их диагностика рентгенографическим методом // Почвоведение. 1968. № 9. С. 104—116.

Горбунов Н. И. Рентгенографический метод // Методы минералогического и микроморфологического изучения почв. М.: Наука, 1971. С. 16—70.

Горбунов Б. В. Главнейшие химические и физические свойства сероземной богарной зоны Узбекистана // Тр. Уз. Фан. Сер. 10. Почвоведение. Ташкент, 1942. Вып. 5. 87 с.

Горбунов Б. В. Почвы Андижанской области // Почвы Узбекской ССР. 1957. Т. II. С. 160—248.

Горбунов Б. В. и др. Сравнительная характеристика почв северного и южного Узбекистана. Ташкент, 1972. 169 с.

Горбунов Б. В., Кобзева Г. И. Элементы питания растений в орошаемых почвах Ташкентского оазиса, различных по культурному состоянию и производительности // Агрохимия. № 9. 1976. С. 88—92.

Городецкая М. Е., Кесь А. С., Костюченко В. П. Современное состояние почвенно-мелиоративных условий осушенного дна Аральского моря // Докл. симпозиумов VII делег. съезда ВОП. Ташкент, 1985. С. 190—197.

Градусов Б. П. Рентген-дифрактометрический метод в минералогических исследованиях почв // Почвоведение. 1967. № 10. С. 127—137.

Градусов Б. П. Рентгеноструктурные методы изучения смешаннослойных минералов // Почвоведение. 1971. № 2. С. 105—119.

Грим Р. Е. Минералогия глин. М.: ИЛ, 1956. 454 с.

Грим Г. Е., Брэдли В. Ф., Браун Г. Слюдистые минералы глин. // Рентгеновские методы определения и кристаллическое строение минералов глин (пер. с англ.). М.: ИЛ, 1955.

Дараган Ю. В., Колесникова Л. П. Известковый и калийный потенциал дерново-подзолистых почв Полесья УССР // Почвоведение. 1980. № 2. С. 64—71.

Джуманкулов Х. П. и др. Изучение калийного потенциала в связи с эффективностью применения калийных удобрений под хлопчатник // Агрохимические исследования. Душанбе, 1975. Т. 6. Вып. 3.

Духовный В. А., Разаков Р. Н., Ханазаров К. А., Попов В. Г., Сектеменко В. Е. Состояние почв побережья Арала в связи с изменением гидроэкологических условий и мероприятия по охране, региональному использованию // Докл. симпозиум VII делег. съезда ВОП. Ташкент, 1985. С. 180—189.

Жориков Е. Об условиях действия калийных удобрений на хлопчатник в Средней Азии // Химизация соц. земледелия. 1940. № 4. С. 17—21.

Жориков Е. А. Влияние калийных удобрений на заболевание хлопчатника вилтом // Сельское хозяйство Узбекистана. 1940. № 3.

Жукова Л. И. Изменение подвижности обменного калия в различных почвах и доступность его для растений при систематическом применении удобрений // Агрохимия. 1967. № 8. С. 59—68.

Жукова Л. И., Никитина Л. В. Калийный режим почв степной, сухостепной и пустынной зон // Агрохимия. № 12. 1986. С. 24—29.

Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М.: Изд. АН СССР, 1963. 293 с.

Закиров Т. С., Валиев В. В., Зглинская Н. Л., Толстова Л. Н. Баланс питательных веществ в земледелии Узбекистана и применение удобрений // Агрохимия. 1980. № 2. С. 62—68.

Закиров Т. С., Валиев В. В., Зглинская Н. Л., Толстова Л. Н. Баланс питательных веществ в хлопководстве Узбекистана в IX и X пятилетках // Агрохимия. 1984. № 7. С. 41—46.

Зглинская Н. Л., Толстова Л. Н. Эффективность применения удобрений в хлопководстве Узбекистана за X пятилетку // Инф. лист. 1983.

Зырин Н. Г. Химический и минералогический состав илстой фракции твердого стока р. Зарафшан // Тр. ИПА. Ташкент, 1974. Вып. 9. С. 124—135.

Зырин Н. Г., Турсунов Х. Минералогический состав тонкодисперсных фракций сероземов Зарафшанской долины // Почвоведение. 1971. № 4. С. 93—102.

Ибрагимов Ш., Закиров Т. С., Толстова Л. Н., Бессонов Е., Рафикова Г. В., Якубова И. Калий: и урожай и плодородие // Хлопководство. 1987. № 1. С. 19—22.

Исмаев Д. Р., Азимов М. К. Минералогический состав как показатель резерва и мобильности почвенного калия // Тр. НИИПА. Ташкент, 1980. Вып. 19. С. 179—188.

Исмаев Д. Р., Азимова М. К. Минералогический состав почв Каршинской степи в связи с характером почвообразующих пород // Тр. ИПА АН УзССР. Ташкент, 1983. Вып. 24. С. 47—58.

Исмаев Д., Ходжаев А., Ахатов А. Путеводитель научной почвенной экскурсии. Ташкент: Фан, 1985. 106 с.

Кимберг Н. В., Кочубей М. И., Шувалов С. А. Почвы Каракалпакской АССР // Почвы Узбекской ССР. 1964. Т. III. С. 5—132.

Ковда А. В. Биогеохимический круговорот и почвообразование // Матер. междунар. симп. стран членов СЭВ «Биологический круговорот и процессы почвообразования» АН СССР. Пушкино, 1984. С. 6—14.

Кудрин С. А. Агрохимия в хлопководстве Узбекистана. Ташкент: Госиздат УзССР, 1947. 107 с.

Кузнецова А. В., Цанова В. П., Шурна Г. А. Калийный потенциал

и потенциальная буферная способность сероземов в отношении калия. Субтропические культуры. 1980. № 1.

Куйбышева И. П. Влияние содержания и состава тошккодисперсных фракций на калийное состояние серых лесных почв. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 1985. 24 с.

Кук Дж. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос. 1970. 520 с.

Кулаковская Т. Н., Детковская Л. П. Баланс питательных веществ в земледелии БССР // Химия в сельском хозяйстве. 1970. № 4. С. 72—77.

Кушнар С. А. Предгорья Северной Ферганы. Геология УзССР. М.: Л. 1937. Т. 1. С. 361—389.

Ланге О. К. Ферганская котловина. Геология УзССР. М.: Л. 1937. Т. 1. С. 445—472.

Ли В. Н. О минералогическом составе некоторых орошаемых гидроморфных почв Ферганской долины // Тр. ИПА АН УзССР. Ташкент. 1978. Вып. 16. С. 11—117.

Ли В. Н. Гидроморфный почвообразовательный процесс и эволюция некоторых почв Узбекистана // Тр. НИИПА. Ташкент. 1979. Вып. 18. С. 65—73.

Мавлянов Г. А. Генетические типы лессовидных пород центральной части Средней Азии. Ташкент. 1958. 608 с.

Мадраимов И. М. Калийные удобрения в хлопководстве. Ташкент. 1972. 248 с.

Мадраимов И. Эффективность калийных удобрений в хлопководстве // Хлопководство. 1985. № 5. С. 24—26.

Мадраимов И., Белоусов М. А. Физиологическая роль калия и значение калийных удобрений в получении высокого урожая и улучшении качества хлопка-сырца // Вопросы питания и биологии хлопчатника. Тр. СоюзНИХИ. Ташкент. 1960. С. 106—146.

Макаренко В. И. Содержание, резервы, прочность связи калия в почвах земледельческих зон Киргизии. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Фрунзе. 1975. 32 с.

Малаев И. Р. Минералогический состав сероземов и коричневых почв юго-западного и центрального Таджикистана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ашхабад. 1971. 26 с.

Махмудова Д. Г. Гумусообразование в основных горных и равнинных почвах Узбекистана // Тр. НИИПА. 1978. Вып. 15. С. 86—90.

Медведева О. П. Об использовании калийного потенциала для оценки обеспеченности почвы доступным калием. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. М. 1968. 24 с.

Медведева О. П. Влияние кальция на поступление калия в растения и калийный потенциал почвы // Почвоведение. 1968. № 8. С. 99—108.

Медведева О. П. К вопросу оценки обеспеченности растений доступным калием // Агрохимия. 1987. № 1. С. 116—138.

Молодцов В. А. Изменение почв долины Зарафшана при орошении // Оазисное почвообразование и перспективы интенсификации орошаемого земледелия. М.: Наука. 1965. С. 124—182.

Молодцов В. А. Характеристика ирригационных наносов Самаркандского оазиса // Почвоведение. 1958. № 2.

Морозова П. А. Минералогический состав коллоидно-илистой фракции гидроморфных почв пояса типичных сероземов // Тр. НИИПА. Ташкент. 1980. Вып. 19. С. 172—179.

Назирова М. Химический и минералогический состав илистой фракции основных почв южной части Узбекистана. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Ташкент. 1976. 24 с.

Никитишен В. И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. М.: Наука. 1984. 212 с.

Никитишен В. И., Никитишена Н. А., Тюрина Е. С. Баланс питательных веществ в земледелии нечерноземной зоны РСФСР // Агрохимия. 1977. № 1. С. 63—68.

Нормативные показатели выноса и коэффициентов использования питатель-

ных веществ сельскохозяйственными культурами из минеральных удобрений и почвы. М. 1986.

Ольшанецкий А. М. Эффективность применения калийных удобрений под хлопчатник на каменистых почвах северного Таджикистана в зависимости от уровня их обеспеченности формами фосфора и калия. Автореф. дис. ... канд. дисс. Т. 1973.

Ониани О. Г. Агрохимия калия. М. 1981. 199 с.

Орлов М. А. О сероземах и оазисно-культурных почвах. Тр. САГУ. Ташкент. 1937. Сер. 7. Вып. 6. С. 37—52.

Панков М. А. Почвы Ферганской области // Почвы Узбекской ССР. 1957. Т. 2. С. 7—159.

Панников В. Д. Почвы, удобрения, урожай. М.: Колос. 1964. 336 с.

Перебудов-Снедекор А. Б. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и в биологии. М. 1961.

Петербургский А. В., Янишевский Ф. В. Формы калия в почвах при многолетнем применении удобрений. ТСХА. 1963. № 3. С. 113—125.

Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. М.: Россельхозиздат. 1971.

Петербургский А. В. Калийные удобрения // Агрохимия. М.: Колос. 1975. 512 с.

Петербургский А. В., Кудярова А. Ю. Баланс основных питательных элементов и применение удобрений в земледелии СССР и РСФСР // Агрохимия. 1977. № 2. С. 3—7.

Петербургский А. В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. М.: Наука. 1979. 168 с.

Плохинский Н. А. Биометрия. М.: МГУ. 1970. 367 с.

Полынов Б. Б. Избр. тр. М.: АН СССР. 1956. 751 с.

Попова Т. П. Об изменении почвенного покрова современной дельты Амударьи // Тр. ИПА АН УзССР. 1978. Вып. 16. С. 139—145.

Попов В. Г., Сектеменко В. Е., Турсунов А. А. Почвенный покров низовьев Амударьи и пути его рационального использования // Информ. сообщ. № 351. Ташкент: Фан. 1985. 15 с.

Попов В. Г., Сектеменко В. Е., Турсунов А. А. Эволюция почв нижней части дельты в условиях антропогенной аридизации // Природные ресурсы пустынь и их освоение. Тез. докл. 5-й Всесоюз. научн. конф. 1986.

Прокошев В. В. Агрохимия калийных удобрений. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: НИИИФ. 1984.

Прокошев В. В., Матерова Е. А., Грекович А. Л. Активность ионов калия в почвенном растворе как показатель уровня калийного питания на дерново-подзолистой почве // Агрохимия. 1978. № 7. С. 18—22.

Протасов П. В. Применение калийных удобрений под хлопчатник в орошаемых условиях Средней Азии. Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. наук. Ташкент: Изд. СоюзНИХИ. 1951. 14 с.

Протасов П. В. Биологический вынос питательных веществ хлопчатником в зависимости от почвенно-климатических условий и степени обеспеченности // Агрохимия. 1972. № 8. С. 55—60.

Протасов П. В., Катаев Б. И. Изменение агрохимических свойств почвы при систематическом применении минеральных удобрений // Агрохимия. 1968. № 2. С. 125—129.

Прянишников Д. Н. Избр. соч. М.: АН СССР. 1952. Т. 1. С. 630.

Прянишников Д. Н. Избр. соч. М.: АН СССР. 1963. Т. I—III.

Пчелкин В. У. Почвенный калий и калийные удобрения. М.: Колос. 1966. 336 с.

Рафиков А. А., Тетюхин Г. Ф. Снижение уровня Аральского моря и изменение природных условий низовьев Амударьи. Ташкент: Фан. 1981. 200 с.

Рахимбаев Ф. М. Мелноративное состояние орошаемых земель (на примере низовьев Амударьи). Ташкент: Узбекистан. 1980. 104 с.

Репина О. А. Калий в серых лесных почвах в связи с питанием растений и применением удобрений. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 1978. 17 с.

Рогачев В. К. Формы и резервы калия в гидроморфных почвах серозем-

ного пояса Узбекистана и эффективность калийных удобрений. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Ташкент. 1984. 24 с.

Розанов А. Н., Шукевич М. М. Минералогический состав лессовидных пород Средней Азии // Почвоведение. 1943. № 9, 10.

Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. М.: АН СССР. 1951. 460 с.

Розанов А. Н. Значение ирригационных наносов для генезиса, плодородия и мелiorации почв // Почвоведение. 1959. № 2. С. 8—18.

Розанов Б. Г. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия // Почвоведение. 1986. № 2. С. 5—15.

Рыжов С. Н. Современное состояние орошаемых почв Средней Азии, их классификация и пути дальнейшего повышения плодородия // Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика. М. 1965. С. 56—78.

Рыжов С. Н., Ташкузиев М. М. Состав и миграционный ряд основных химических элементов типичного серозема. Ташкент: Фан. 1976. 105 с.

Саттаров Х. Калийные удобрения и условия их применения под хлопчатник на сероземе. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Аккабак. 1962. 24 с.

Середица В. П. Калий в автоморфных почвах на лессовидных суглинках. Томск. 1984. 216 с.

Сидиков С. Сравнительное изучение состава гумуса методами Кононовой-Бельчиковой и Пономаревой-Плотниковой // Мат. юбил. конф. молодых ученых. Ташкент. 1981. 37 с.

Скворцов Ю. А. К характеристике среднеазиатских лессов // Тр. САГУ. Ташкент. Вып. 99. 1957. С. 5—63.

Скворцов Ю. А. Геолого-географический анализ условий накопления лессовых пород в приташкентском оазисе // Почвообразование на лессовых аккумуляциях разного возраста и плодородие сероземов. Ташкент. 1961. 159 с.

Соколов А. В. Географические закономерности эффективности удобрений. М.: Знание. 1968.

Соколова Т. А. Высокодисперсные минералы в почвах и их роль в почвенном плодородии. М. 1984.

Соколова Т. А. Глинистые минералы в почвах гумидных областей СССР. Новосибирск. 1985.

Соколова Т., Кузнецов Н. Т., Ключанова И. А. Географические факторы формирования глинистого минерала взвешенных наносов, рек и оросительных систем Средней Азии // Изв. АН СССР (сер. географ.). 1978. № 2.

Степанов И. Н. Эколого-географический анализ почвенного покрова Средней Азии. М.: Наука. 1975. 166 с.

Сучков С. Н. Почвы хлопковых районов Узбекистана. Ташкент. 1950.

Толстова Л. Н. К вопросу о валовом и минералогическом составе светлых и типичных сероземов, развитых на лессах разного возраста // Мат. научн. конф. молодых ученых. Ташкент. 1970.

Толстова Л. Н., Валиев В. В. Валовой химический состав гидроморфных почв пояса типичных сероземов // Тр. НИИПА. Ташкент. 1978. Вып. 15. С. 23—26.

Толстова Л. Н., Валиев В. В. Валовой химический состав гидроморфных почв пояса светлых сероземов // Тр. НИИПА. Ташкент. 1979. Вып. 18. С. 120—124.

Толстова Л. Н. Формы, резервы и прочность связи калия в аллювиальных гидроморфных почвах пояса типичных сероземов // Агрохимия. 1980. № 3. С. 44—50.

Толстова Л. Н., Рогачев В. К. Калийный потенциал в гидроморфных почвах пояса типичных сероземов // Тр. НИИПА. Ташкент. 1980. Вып. 19. С. 197—200.

Толстова Л. Н. Валовой химический состав сазовых гидроморфных почв пояса типичных сероземов в зависимости от их генезиса // Тр. ИПА АН УзССР. Ташкент. 1982. Вып. 21. С. 128—131.

Толстова Л. Н. Формы калия в почвах Западного Тянь-Шаня // Почвоведение. 1983. № 3. С. 44—50.

Толстова Л. Н., Зглинская Н. Л., Насридинов М. Р., Рогачев В. К. Баланс элементов питания и динамика плодородия староорошаемых

луговых пустынных почв Бухарского оазиса // Агрохимия. 1987. № 3. С. 31—39.

Толстова Л. Н. Фракционный состав калия в основных почвах природных регионов Узбекистана // Тр. ИПА. Ташкент. 1989. Вып. 36.

Томпсон Л. М., Троу Ф. Р. Почвы и их плодородие (пер. с англ.). М. 1982. 460 с.

Турсунов Х. Минералогический состав илстой фракции почв долины среднего и нижнего течения р. Зарафшан. Автореф. дисс. ... канд. М. 1970. 26 с.

Турсунов Л. Почвенные условия орошаемых земель западной части Узбекистана. Ташкент: Фан. 1981. 223 с.

Турсунова Ф. Эффективность применения калийных удобрений под хлопчатник на луговых почвах, подстилаемых галечником // Эффективность калийных удобрений в хлопководстве. Ташкент: Фан. 1984. С. 102—105.

Турчин Ф. В. Роль калия и фосфора в использовании растениями нитратного и аммиачного азота // Почвоведение и агрохимия. М.: Изд. АН СССР. 1936.

Турчин Ф. В. Калий. Агрохимия элементов питания растений // Справочник по минеральным удобрениям. М. 1960.

Фелициант И. Н. К вопросу о геоморфологическом строении и эволюции почвенного покрова левобережной части дельты Амударьи // Изв. АН УзССР. 1953. № 2. С. 48—52.

Фелициант И. Н. Почвы Хорезмской области // Почвы Узбекской ССР. 1961. Т. 3. С. 132—211.

Хамраев Т. Р. Влияние калийных удобрений на урожайность хлопчатника в зависимости от уровня обеспеченности почв подвижным фосфором // Удобрения в хлопководстве // Тр. СоюзНИХИ. Ташкент. 1979. Вып. 42. С. 83—87.

Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративное районирование (на примере Средней Азии). Ташкент: Фан. 1975. 144 с.

Шадманов К. Ш., Парватов Е. Н. Сравнительная эффективность хлопковых севооборотов с различной структурой посевных площадей и монокультурой // Тр. СоюзНИХИ. Т. XXX. 1975. С. 3—13.

Шишов Л. Л., Карманов И. Н. Контроль изменений плодородия почв при интенсификации земледелия // Вестн. с.-х. науки. 1986. № 9. С. 26—31.

Шишов Л. Л., Кораблева Л. Н., Ефремов В. В., Губанкова И. А. Рациональный круговорот и баланс питательных веществ в интенсивном земледелии // Агрохимия. 1987. № 2. С. 28—36.

Шувалов С. А. Почвы Наманганской области // Почвы Узбекской ССР. 1957. Т. П. С. 249—325.

Эмерт Ф. Влияние взаимодействия ионов на состав растительных тканей // Анализ растений и проблемы удобрения. М. 1964. С. 218—234.

Юркин С. Н. Баланс азота, фосфора и калия в условиях интенсификации земледелия. М. 1975.

Якубова И. М. Продуктивность хлопчатника, люцерны и кукурузы в зависимости от норм удобрений на типичных сероземах. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Ташкент. 1986. 24 с.

Якушкина Н. И. Физиология растений. М.: Просвещение. 1980.

Acquye D. K., Mak Lean A. I. Potassium potential of some selected soils Canad. J. Soil Sci. 1966. V. 46. N2.

Bamberg K. Studien über das austauschbare Kalium. // Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. 1929. Teil A. Bd. 14. H. 4. S. 177—184.

Beckett P. H. Potassium-calcium exchange equilibria in soils: Specific adsorption sites for potassium // Soil Sci. 1964. V. 97. N 6.

Bretignieze L. Les recottes et la situation agricole Comptes rendus de J'agriculture de France. 1948. N 34.

Colman R. G., Richards T. L. Fustological studies in plant nutriton some aspects in Early and Other Plants in Relation to Potassium Deticiency // Ann. Botany New. Ser. 20. 1956. P. 393—409.

Tinker P. Studies on soil potassium. III! Cationactivity ratios in acid Nigerian soils. Soil Sci. 1964. V. 15. N1.

Grim R. E., Bray R. H., Bradley W. F. Amer. Miner. J. 1937. V. 22. P. 813.

Hartt C.E. Some effects of Potassium upon the growth of sugarcane and upon the absorption and migration of constituents// Plant Physiol. 1934. N 1. P. 399—452.

Mengel K. German potash for world agriculture. Hannover, 1974.

Moss P. Independence of soil quantity—intensity relationships to changes in exchangeable potassium: similar potassium exchange constants for soil with a soil type. Soil Sci. 1967. V. 103. N. 3.

Tan K. Geoderma. 1978. V. 2. P. 67.

Woodruff G.M. Ionic equilibria between clauand delute salt solutions//Soil: Sci. Soc. America Procc. 1955. V.19. N 1.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3.
Глава 1. Особенности почвенных ресурсов и природных условий регионов Узбекистана	7
Глава 2. Калийное состояние почв основных регионов Узбекистана . . .	27
Глава 3. Баланс калия в почвах и эффективность калийных удобрений . .	76.
Заклочение	107
Список использованной литературы	111.

Лариса Николаевна Толстова

КАЛИЙ
В ОСНОВНЫХ ПОЧВАХ ПРИРОДНЫХ РЕГИОНОВ
УЗБЕКИСТАНА

Утверждено к печати
Ученым советом Института почвоведения и агрохимии,
Отделением биологических наук
АН УЗССР

Редактор *С. Н. Лысенко*
Художник *А. И. Сазонов*
Технический редактор *Х. У. Бабалухамедова*
Корректор *Н. Ю. Бура*

ИБ № 5178

Сдано в набор 11.03.1991 г. Подписано к печати Формат 60×90⁴/16. Бумага типограф-
ская №1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 7,5.. Уч.-изд. л. 7,2. Заказ
№ 6719/77. Тираж 1000. Цена 1 р. 50 к.

Издательство «Фан» УзССР: Ташкент, 700047, ул. Гоголя, 70.
Типографии Издательства «Фан» АН УзССР, 700170. Ташкент, проспект М. Горького, 79.