

У-5

М.У. УМАРОВ.
Р.КУРВАНТАЕВ

**ПОВЫШЕНИЕ
ПЛОДОРОДИЯ
ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ
ПУТЕМ
РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ
ФИЗИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ**



10
925

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

М. У. УМАРОВ, Р. КУРВАНТАЕВ

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ
ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ
ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

ТАШКЕНТ. ИЗДАТЕЛЬСТВО «ФАН» УзССР. 1987

Умаров М. У., Курвантаев Р. Повышение плодородия орошаемых почв путем регулирования их физических свойств. Ташкент: Фан, 1987, с. 106.

В монографии описано влияние плотности сложения пахотного горизонта при новой технологии сева хлопчатника (по грядкам и гребням) на водно-физические, тепловые свойства, питательный режим почв, на рост, развитие и продуктивность растений. Установлена оптимальная и критическая для староорошаемых луговых почв пустынной зоны Узбекистана плотность сложения пахотного горизонта. Доказана возможность поделки гряд и гребней окуликами культиватора с междурядьями 90 см.

Для почвоведов, специалистов сельского хозяйства и студентов вузов.

Табл. 31. Ил. 8. Библиогр. 180.

Ответственный редактор
докт. с.-х. наук Т. С. Закиров

Рецензенты:
докт. с.-х. наук А. К. Кашкаров,
докт. с.-х. наук И. Н. Фелициант

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Влияние плотности сложения почвы на ее плодородие	5
Глава II. Природные условия Бухарского оазиса, объекты и методика исследований	14
Глава III. Влияние плотности сложения пахотного горизонта на свойства почвы, рост, развитие и урожайность хлопчатника (по данным вегетационных опытов)	31
Глава IV. Создание и поддержание оптимальных почвенных условий под хлопчатником (по данным полевых опытов)	51
Заключение	97
Список использованной литературы	99

М. У. Умаров, Р. Курвантаев

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

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

Редактор Т. В. Улан
Художник А. Алимджанов
Технический редактор В. М. Тарахович
Корректор Т. А. Кан

ИБ № 3961

Сдано в набор 5.12.86. Подписано к печати 23.01.87. Р04053. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,5. Уч.-изд. л. 6,7. Тираж 1000. Заказ 253. Цена 1 р.

Адрес Издательства: 700047, Ташкент, ул. Гоголя, 70.
Типография Издательства «Фан» УзССР, Ташкент, проспект М. Горького, 79.

У 3802020000—3419
М 355(04)—87 161—87

© Издательство «Фан» УзССР, 1987 г.

ВВЕДЕНИЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 года», утвержденных XXVII съездом ЦК КПСС, намечены грандиозные задачи по дальнейшему увеличению производства зерна, картофеля, сахарной свеклы, хлопка и других сельскохозяйственных продуктов. В частности, в 1990 г. производство хлопка-сырца в СССР должно быть доведено до 9,2—9,3 млн т, а в УзССР — до 1,8—1,93 млн т волокна или 5,8—6 млн т хлопка-сырца.

Дальнейшее увеличение валового сбора хлопка-сырца в УзССР будет осуществляться путем освоения новых земель и повышения плодородия орошаемых почв, широкого применения комплексной механизации, химизации, мелиорации, внедрения хлопково-люцерновых севооборотов и возделывания высокоурожайных и вилтоустойчивых сортов хлопчатника.

Один из определяющих факторов почвенного плодородия — физические свойства почвы, ведущая роль принадлежит плотности сложения и структурному состоянию пахотного горизонта. От плотности почвы зависят ее водный, воздушный, тепловой, питательный режимы и микробиологическая деятельность, развитие корневой системы растений.

Для нормального роста и развития растению необходимы определенные соотношения твердой, жидкой и газообразной фаз почвы, которые сильно изменяются в зависимости от плотности сложения. С увеличением плотности почвы уменьшается число активных капиллярных пор и пор аэрации, и, следовательно, ухудшаются ее водные и воздушные свойства. Изучение плотности сложения приобретает большое значение также для правильного решения вопросов, связанных с обработкой земель, повышения ее эффективности и уменьшения затрат на ее проведение. В связи с этим в основных почвенно-климатических зонах СССР проведено исследование влияния различных плотностей сложения пахотного горизонта почв на их физические свойства, биологическую активность, а также развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

В условиях орошаемого земледелия Средней Азии для культуры хлопчатника установлены оптимальные и критические величины плотности сложения пахотного горизонта орошаемых типичных и светлых сероземов, гидроморфных почв сероземного пояса, а также орошаемых такырных почв пустынной зоны (Морозова-Яковлева, 1969, 1972; Кондратюк, Торопкина, 1969; Рыжов, Кондратюк, Погосов, 1980; Умаров, Икрамов, Яковлева, Азамова, Абдужалалова, Гойхенберг, 1974; Умаров, Икрамов, Азамова, Яковлева, 1978; Умаров, Икрамов, 1979; Азамова, 1979).

В полевых опытах на орошаемом типичном сероземе выявлено, что при применении существующей предпосевной обработки земель под посевы хлопчатника создавать и поддерживать оптимальную плотность сложения в пахотном горизонте почвы невозможно. В качестве способа, который позволил бы создать и поддерживать оптимальные почвенные условия в течение большей части вегетации растений, СоюзНИХИ предложена новая технология подготовки почвы по грядам и гребням, которая испытана на орошаемом незасоленном типичном сероземе (Ак-Кавак).

В удельном весе орошаемых земель Узбекистана значительную часть занимают орошаемые гидроморфные почвы пустынной зоны, широко распространенные в Бухарской области, низовьях Амударьи и Ферганской долине. Однако изучение такого важного вопроса, как влияние различной плотности сложения пахотного горизонта орошаемых гидроморфных почв пустынной зоны на их свойства, а также на рост, развитие и урожайность хлопчатника не производилось. Не выявлены также оптимальные величины плотности пахотного горизонта и пути (способы) создания и поддержания их в течение вегетации хлопчатника.

Учитывая изложенное выше, мы изучали влияние различной плотности сложения пахотного горизонта староорошаемых луговых аллювиальных почв Бухарского оазиса на их физические и водные свойства, питательный режим и микробиологическую деятельность, а также рост, развитие и урожайность хлопчатника. В вегетационных опытах устанавливали пределы оптимальной и критической для возделывания хлопчатника плотности сложения пахотного горизонта. Выявляли возможность создания и поддержания оптимальной плотности сложения и других почвенных условий путем применения новой технологии подготовки почвы к посеву — по грядам и гребням.

Глава I. ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ НА ЕЕ ПЛОДРОДИЕ

Ведущая роль в физическом режиме почвы принадлежит плотности сложения пахотного горизонта. От этого фактора зависят водный, воздушный, тепловой и питательный режимы, микробиологическая деятельность, а также развитие корневой системы растений.

В. Р. Вильямс (1951) писал, что главная цель основной обработки почвы — рыхление и придание ей комковато-зернистой структуры, что достигается только при вспашке почвы в спелом состоянии. Однако рыхлое сложение почвы, созданное вспашкой, сохраняется непродолжительное время, так как под влиянием силы тяжести, атмосферных осадков происходит постепенное уплотнение или оседание ее, более резкое — в первую очередь вследствие применения почвообрабатывающих орудий.

Плотность — наиболее важная физическая характеристика почвы, любая механическая обработка оказывает на нее существенное воздействие. В связи с этим как в СССР, так и за рубежом вся система обработки почвы рассматривается с точки зрения регулирования плотности.

По данным Н. Е. Бекаревич, Д. И. Букова, С. И. Долгова, Б. Ревута, А. И. Шевлягина, (1963, 1965), для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность на суглинистых и глинистых почвах черноземной почвы равна 1,0—1,25 г/см³, по А. К. Атаманюк (1964, 1968), на тяжелосуглинистых черноземах Молдавии для кукурузы и озимой пшеницы находится в пределах 1,25—1,30 г/см³. По сводке И. Б. Ревута (1969), для многих зерновых, технических и овощных культур оптимальная плотность сложения большинства почв европейской части СССР колеблется от 1,0 до 1,2—1,3 г/см³. По данным А. М. Вальева, И. Б. Ревута (1965), для нормального роста и развития пшеницы и кукурузы на южных карбонатных черноземах этот показатель равен 1,05—1,2 г/см³.

Как отмечает Л. П. Бобкова (1965), повышенная исходная плотность почвы уменьшает всхожесть дыни, оптимальная плотность для этой культуры 1,25—1,30 г/см³.

Flocker, Timm, Vomocil (1960) установили, что томаты на значительное уплотнение почвы не реагировали отрицательно, тогда как урожай картофеля снижался на 32—40%.

С. И. Долгов, С. А. Модина, Б. В. Личманов (1966) выявили, что наиболее чувствительны к уплотнению почвы бобы и пшеница, наименее — райграс.

Н. Н. Третьяков, В. К. Иванов (1968) исследовали дерново-подзолистые почвы со средним механическим составом. Для кукурузы оптимальная плотность составляет 1,1—1,2 г/см³, для кормовых бобов и кормовой капусты — 1,1—1,3 г/см³, для картофеля — 1,0 г/см³.

По данным А. Тинджюлиса, А. Зимкувене (1966, 1968), наилучшие условия для культуры ячменя и кормовых бобов на дерново-глееватом выщелоченном среднесуглинистом подзоле создаются при плотности 1,2 г/см³.

Н. И. Гринько (1968) установил, что для возделывания кукурузы на тяжелосуглинистом черноземе оптимальное уплотнение равно 1,2 и 1,3 г/см³.

П. К. Иванов, Л. И. Коробова (1969) отмечают, что наилучшее развитие и более высокий урожай яровой пшеницы на темно-каштановых почвах получены при плотности 1,3 г/см³, кукурузы — при 1,26—1,30, сахарной свеклы — при 1,0—1,1.

По данным С. А. Наумова (1969), на серых лесных почвах оптимальная плотность для сахарной свеклы, картофеля и кукурузы — 1,0—1,2 г/см³, для проса — 1,2—1,3.

М. И. Рубинштейн, П. К. Ажигоев, Ю. Ф. Калягина (1969) выявили, что на орошаемой светло-каштановой почве сахарная свекла развивается нормально при плотности 1,28—1,30 г/см³.

О. А. Виссер (1965) оптимальной для картофеля на подзолистой почве считает плотность в слое 0—10 см меньше 1,0 г/см³, в слое 10—20 см — 1,1—1,2.

Самоуплотнение почвы и уплотняющее действие внешних факторов имеют зональный характер и зависят от типов почв, степени оструктуренности, увлажнения, механического состава, содержания органических веществ и т. д. И. Б. Ревут (1969) считает, что все черноземы с высоким и средним содержанием гумуса, а также все почвы легкого механического состава практически не уплотняются выше оптимальной величины. Для обыкновенного глинистого чернозема Воронежской области нормальная плотность 1,0 г/см³. Черноземы лесостепи Южного Предуралья объемной массой 1,1—1,3 г/см³ И. Б. Ревут (1972) относит к плотным почвам, так как плотнее они не бывают.

В структурных черноземах высокую плотность (1,3—1,4 г/см³), созданную искусственно, длительно сохранить невозможно, так как она стремится к равновесной величине, характерной для этих почв. Плотность почвы, с одной стороны, рассматривается как функция ее структуры, с другой, — в зависимости от характера расположения почвенных частиц и агрегатов, а также числа

и величины пор. Н. Е. Бекаревич, Д. И. Буров, С. И. Долгов, И. Б. Ревут, А. И. Шевлягин (1963, 1965) считают, что на рост растений влияют физические условия почвы, т. е. плотность, водный и тепловой режимы и другие свойства. Изменение структуры в первую очередь сказывается на плотности и порозности почвы.

Вопросы, связанные с выявлением оптимальной плотности сложения для почв Средней Азии, до недавнего времени систематически не изучались, в литературе до середины 60-х годов отсутствовали какие-либо данные как для хлопчатника, так и для других пропашных культур.

Первые более полные исследования влияния различной плотности сложения пахотного горизонта орошаемых почв Узбекистана на водно-физические, биологические и другие свойства почв, а также рост, развитие и урожайность хлопчатника, ее оптимальные величины осуществили Э. Ф. Морозова-Яковлева (1964, 1969, 1972), В. П. Кондратюк (1965, 1972), С. Н. Рыжов, В. П. Кондратюк, А. Л. Торопкина (1969), А. К. Кашкаров, Т. З. Файзиев (1972, 1973). Изучались в основном автоморфные и частично гидроморфные почвы сероземного пояса (в пределах Ташкентского оазиса). Такие исследования проводились на орошаемых светлых сероземах и такырных почвах Каршинской степи (Азамова, 1974, 1979; Умаров и соавт., 1974, 1977).

Э. Ф. Яковлева (1964, 1969), В. П. Кондратюк (1972), М. У. Умаров с соавт. (1974, 1977, 1978, 1979), Д. К. Азамова (1974, 1979) и др. в лабораторных, вегетационных и полевых опытах на наиболее распространенных орошаемых почвах Узбекистана установили оптимальные величины плотности сложения пахотного горизонта по водно-физическим, тепловым и биологическим свойствам, питательному режиму, а также наибольшему росту, развитию и высокому урожаю хлопчатника. В частности, для староорошаемых тяжелосуглинистых и легкоглинистых типичных сероземов, орошаемых луговых и болотно-луговых почв сероземного пояса оптимальна плотность 1,1—1,3 г/см³; для новоорошаемых среднесуглинистых светлых сероземов и такырных почв Каршинской степи — 1,1—1,4 г/см³. Критическая для орошаемых типичных сероземов и гидроморфных почв сероземного пояса плотность 1,5 г/см³, для новоорошаемых среднесуглинистых светлых сероземов южной зоны и такырных почв — 1,5 г/см³ и выше.

Б. Н. Мичурин (1962), Н. Е. Бекаревич с соавт. (1963, 1965), Э. Ф. Яковлева-Морозова (1969), Д. К. Азамова (1979), М. У. Умаров с соавт. (1974) считают, что с увеличением плотности сложения почвы снижается не только общая ее пористость, но и число пор аэрации и мелких пор. По данным Б. Н. Мичурина (1962), Н. Е. Бекаревича и др. (1963, 1965), Н. А. Соколовской (1970), при высоких значениях плотности сложения увеличивается количество мелких пор диаметром меньше 5 мкм. В частности, при увеличении плотности мощного тяжелосуглинистого чернозе-

ма от 1,1 до 1,4 г/см³ количество пор размером менее 5 мкм снизилось с 77 до 61% общей пористости.

А. М. Васильев, И. Б. Ревут (1965) отмечают, что уплотнение почвы в первую очередь влияет на общую пористость и распределение пор по размерам, вызывая резкое снижение водопроницаемости и подвижности влаги в почве.

По данным И. Р. Ильина (1966), уменьшение свободной пористости почвы в вегетационных опытах до 8—10%, связанное с уплотнением почвы до 1,25—1,30 г/см³, как правило, приводило к снижению урожая.

Э. Ф. Яковлева-Морозова (1969), Д. К. Азамова (1979) установили, что при уплотнении почвы от 1,0—1,1 г/см³ до 1,5—1,6 г/см³ общая пористость в орошаемых типичных сероземах, луговых и болотно-луговых почвах сероземного пояса, а также светлых сероземах и такырных почвах Каршинской степи снижалась соответственно с 63—56 до 45—40% и с 59 до 41%, т. е. на 18 и 20%, а количество пор аэрации при 70% капиллярной влагоемкости (КВ) составило соответственно от 37—22 до 15—10% и от 28—29 до 17—18% объема.

По Ж. Икрамову (1977), в уплотненных целинных и орошаемых почвах Узбекистана заметно повышается плотность самих агрегатов, содержание прочносвязанной влаги и уменьшается пористость агрегатов.

Согласно данным Л. Н. Слесаревой, С. Н. Рыжова (1972, 1979), особенно высокой плотностью сложения и низкой пористостью (26—38,8%) характеризуются неводопрочные агрегаты высокоуплотненного пахотного слоя (1,55—1,65 г/см³) орошаемых типичных сероземов. Как отмечают авторы, в них количество крупных пор более 60 мкм, с которыми связаны все активные процессы и хорошее развитие корневой системы хлопчатника, очень мало (6—12%), а мелких, размером менее 7,5 мкм, много (23—27%). Авторы считают, что с уплотнением почвы общая пористость уменьшается на 10—15% в основном за счет уменьшения количества крупных пор диаметром более 60 мкм. Таким образом, можно утверждать, что от плотности почвы зависит не только общая пористость, но и качественный состав пор, т. е. с увеличением плотности уменьшается доля «активной» капиллярной пористости и пор аэрации, в связи с чем ухудшаются водные и воздушные свойства почвы.

А. А. Роде (1952), Б. Н. Мичурин (1962), А. К. Атаманюк (1964), Н. А. Качинский (1965), М. У. Умаров (1974) и др. считают, что значения максимальной гигроскопичности и влажности завядания (в % от массы почвы) не зависят от ее плотности, а скорее всего обусловлены механическим составом и гумусированностью почвы.

А. М. Васильев, В. Г. Лебедева, И. Б. Ревут (1965), С. В. Нерпин, Н. А. Соколовская, И. Б. Ревут (1965), Н. А. Соколовская (1967), А. Иванов, К. Стойнов (1967), Б. Н. Мичурин (1968), Б. Н. Мичурин, В. Г. Онищенко (1970), Н. И. Зимина, Р. А. Крас-

нохова (1970), И. Б. Ревут, Г. Л. Масленкова, И. А. Романов (1973) выявили, что с увеличением плотности сложения почвы содержание недоступной для растений влаги возрастает — влага сосредотачивается в мелких порах, куда корни растений проникнуть не могут.

Согласно исследованиям М. В. Мухамеджанова, С. Сулейманова (1978), А. Закирова (1974), в сильно уплотненных почвах корни хлопчатника сосредотачиваются главным образом в пахотном горизонте и не могут проникнуть глубже и использовать влагу нижних слоев почвы, что задерживает рост, развитие и снижает урожайность хлопчатника.

С увеличением плотности сложения до 1,3 г/см³ уменьшаются показатели полевой и капиллярной влагоемкости почв (Соколовская, 1968; Атаманюк, 1969; Яковлева-Морозова, 1969; Азамова, 1979). Так, по Н. А. Соколовской (1968), наименьшая влагоемкость тяжелосуглинистых мощных черноземов при плотности 1,0—1,1 г/см³ составила 39,0—40,7%, при 1,3—1,4 г/см³ — 31,6—28,5%; на тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почвах ее величина при плотности 1,1 г/см³ была равна 33,3%, при плотности 1,6 г/см³ снизилась до 22%.

По данным Д. К. Азамовой (1979), на орошаемом среднесуглинистом светлом сероземе и орошаемой такырной почве величина капиллярной влагоемкости уменьшалась соответственно с 40,1 и 39,2% при плотности 1,1 г/см³ до 22,2 и 20,6% массы при плотности 1,6 г/см³.

Как отмечают Н. К. Балябо, С. Г. Васильева (1951), запасы легкоподвижной влаги всегда меньше в слабокультуренных почвах, подверженных сильному уплотнению и сплыванию.

По исследованиям С. Н. Рыжова (1940), М. М. Абрамовой (1948), С. И. Долгова (1948), А. А. Роде (1952, 1965), А. К. Атаманюка (1964), Н. А. Качинского (1965), И. Р. Ильина (1967), Б. Н. Мичурина (1968), Н. А. Соколовской (1968), Э. Ф. Яковлевой-Морозовой (1969), И. Б. Ревута (1972), Д. К. Азамовой (1979) и др., полевая влагоемкость почв зависит от многих факторов: механического состава, содержания гумуса, структуры и, в значительной степени, — от их плотности.

А. А. Роде (1965) считает, что на величину полевой влагоемкости большое влияние оказывает плотность упаковки частиц и агрегатный состав почвы.

Р. С. Бияшев (1936) выявил, что уплотнение почвы выше 1,45 г/см³ уменьшает наименьшую влагоемкость, а ее порозное пространство почти полностью заполняется водой.

Мнения исследователей о влиянии плотности сложения на испарение влаги из почвы разноречивы. Большинство ученых считают, что плотная почва больше теряет влаги на испарение, чем рыхлая (Балябо, 1952; Яровенко, 1958; Яковлева-Морозова, 1979). Л. И. Инкин (1973) утверждает, что с поверхности глубоко взрыхленного слоя влаги испаряется гораздо больше, чем с более уплотненной почвы.

По мнению В. В. Яровенко (1958), уплотнение (предпосевное укатывание) ухудшает водные свойства почвы, тогда как Ю. И. Синельников (1954) считает, что предпосевное прикатывание спелой почвы улучшает водный режим, а плотная прослойка препятствует продуванию почвы.

По утверждению С. И. Долгова (1937), одним из наиболее «влагосбережливых» строений пахотного слоя является такое, при котором «капиллярноизолирующий» рыхлый слой покрыт сверху несколько более плотным, но не сплывающимся в корку «ветроизолирующим» слоем.

О. Е. Шаповалова (1957) выявила, что вода в мелких порах (3 мкм и меньше) практически пребывает в неподвижном состоянии; чем больше тонких пор, тем меньше скорость капиллярного поднятия, и, следовательно, подвижность воды.

Как указывает А. А. Роде (1965), при высоком уплотнении глинистых почв в тонких порах увеличивается сила трения, что резко уменьшает скорость капиллярного подъема влаги.

Р. А. Красноухова (1961) на орошаемом типичном сероземе установила, что подвижность влаги увеличивается до определенной плотности почвы, выше которой она резко снижается.

Искусственное структурообразование — один из способов, позволяющих регулировать испарение влаги из почвы (Вершинин, 1958; Сидорова, Артыкбаева, Ахмедов, 1965; Слесарева, Рыжов, 1972, 1979; Паганяс, 1972, 1982).

Уплотнение почвы оказывает влияние на газообмен между почвой и атмосферой, а также диффузию газов и деятельность микроорганизмов. Для нормального газообмена, по данным советских исследователей, необходимо 8—16% воздухоносных пор, по данным зарубежных, — не менее 6—10% (по Инкину, 1973).

С. И. Долгов, С. А. Модина (1969) определили, что обмен почвенного воздуха с атмосферой затрудняется, если воздушное пространство составляет примерно 15% объема почвы при относительно рыхлом сложении.

А. М. Васильев, В. Г. Лебедева, И. Б. Ревут (1965) показали, что содержание CO_2 в почве не превышает 1%, в уплотненной и переуплотненной количество его увеличивается. Недостаточная диффузия CO_2 из почвы в воздух наблюдается при высоких показателях плотности и влажности почвы.

По данным Л. А. Инкина (1973), на обыкновенных черноземах при высокой плотности пахотного слоя — $1,43 \text{ г/см}^3$ — CO_2 накапливается больше, чем при плотности $1,15 \text{ г/см}^3$ вследствие медленной диффузии углекислоты в небольшом поровом пространстве.

Э. Д. Рассел (1955) считает, что любое рыхление увеличивает воздухоемкость почвы, снижает содержание CO_2 и повышает O_2 . Прикатывание почвы, наоборот, вызывает повышение CO_2 .

Водно-физические, воздушные и другие свойства почв изменяются в зависимости от плотности сложения, что, в свою очередь, оказывает влияние на микробиологическую деятельность и нитри-

фикационную способность (Торопкина, 1959, 1969; Шевлягин, 1961; Гринько, 1968; Наумов, 1969; Яковлева-Морозова, 1969; Азамова, 1979; Мишустин, 1972; Курвантаев, 1983; и др.).

Как отмечают Н. И. Гринько (1968), С. А. Наумов (1969), А. А. Жученков (1969), Л. Д. Козлова, И. Б. Ревут (1972), в оптимально рыхлой почве создаются условия для наиболее высокой биологической активности и накопления нитратов. Резкое снижение нитрификационной способности почвы отмечено при плотности $1,4—1,5 \text{ г/см}^3$.

В опытах А. Л. Торопкиной (1969) на староорошаемом типичном сероземе микрофлора лучше развивалась при плотности $1,2—1,3 \text{ г/см}^3$ и заметно ослабла при $1,4—1,5 \text{ г/см}^3$. При изучении влияния различных способов основной обработки на развитие микрофлоры в условиях орошаемых типичных сероземов автор (1959) установила, что двухъярусная вспашка обеспечивает более равномерное распределение органических веществ и способствует сравнительно рыхлому сложению пахотного слоя, что ведет к повышению активности биологических процессов в почве.

По данным Д. К. Азамовой (1979), содержание нитратов в пахотном слое орошаемого светлого серозема при плотности $1,1—1,3 \text{ г/см}^3$ составило $3,44—4,53 \text{ мг}$ на 100 г почвы против $1,11 \text{ мг/100 г}$ при плотности $1,6 \text{ г/см}^3$, а количество подвижного фосфора равнялось соответственно $9,96$ и $6,60 \text{ мг}$ на 100 г .

П. У. Бахтин (1954), Л. С. Роктанэн (1969), А. Закиров (1974), М. В. Мухамеджанов, С. Сулейманов (1978), Б. С. Литвинов (1979) и другие показали влияние различной плотности почвы на развитие растений и их корневую систему. Повышенная плотность и твердость почвы сильно воздействуют на развитие надземной и корневой системы растений, особенно в первый период вегетации.

По наблюдениям Н. К. Балябо (1954), сильное искривление главного корня хлопчатника происходит в уплотненном слое почвы.

А. Ф. Устинович (1937) отмечал, что корневая система хлопчатника в почвах, имеющих «подпахотную корку», развивается плохо, так как не может пробить ее и распространяться из-за недостаточной увлажненности пахотного слоя ($0—20 \text{ см}$).

По данным Н. З. Станкова (1964), наиболее тонкие корневые волоски растений не могут проникнуть через поры менее $0,1 \text{ мм}$. Нормальное развитие корневой системы происходит, как указывает автор, при плотности сложения от $1,0$ до $1,4 \text{ г/см}^3$.

По наблюдениям А. К. Кашкарова (1969), при залегании уплотненного слоя на глубине 20 см $72,7$ растений хлопчатника из 100 были лишены главного корня, только $27,3$ образовали стержневые корни.

Таким образом, результаты вегетационных и полевых опытов свидетельствуют о том, что для каждого почвенного типа существует интервал оптимальной плотности, при котором в почве соз-

даются наилучшие физические и биологические условия нормального роста и развития сельскохозяйственных культур.

Орошаемые почвы Средней Азии вследствие слабой гумусированности и низкой оструктуренности обладают повышенной склонностью к уплотнению под влиянием поливов и обработок (Павлов, 1930; Рыжов и др., 1938; Кашкаров, 1960; Мухамеджанов, 1962, 1974; Рыжов, 1965; Кондратюк, 1965, 1972; Умаров, 1974; и др.).

Как указывает С. Н. Рыжов (1965), почвы Средней Азии под влиянием орошения и обработки сильно уплотняются — через 40—50 лет до 1,45—1,60 г/см³.

Согласно исследованиям последних лет, в условиях орошаемого земледелия наибольшее уплотнение почвы отмечается в слое 10—20 см пахотного горизонта после прохода тракторов и других сельскохозяйственных орудий, особенно при укатывании почв (Устинович, 1935; Балябо, 1954; Кашкаров, Джураев, 1964; Кондратюк, 1965; Яковлева-Морозова, 1969; и др.).

По наблюдениям Г. М. Меерсона (1938), гребневой посев способствовал получению дружных всходов, забегу в развитии хлопчатника и увеличению урожая хлопка-сырца на 2—4 ц/га.

По сведениям Ю. М. Ремидовского (1972), посев хлопчатника на многих фермах США производится по предварительно нарезанным гребням. Этот агротехнический прием имеет свои преимущества. При обильных весенних осадках излишняя влага стекает по бороздам, а в условиях засушливой погоды не представляет большого труда снять простым орудием верхний иссушенный слой с гребней и тем самым создать благоприятные условия для высева семян в нормально увлажненную почву и получить дружные всходы. Урожай хлопка-сырца с применением новой системы обработки почвы и сева увеличивается в среднем на 28,2%.

В европейской части СССР широко изучался посев сельскохозяйственных культур по грядкам и гребням. По данным В. Борисова (1969), А. Егорченкова (1970) и других, посев по гребням обеспечивает более благоприятные для растений водный и воздушный режимы на протяжении всего вегетационного периода.

Как отмечают А. Ф. Чудновский (1957, 1976), Е. П. Рябова (1957), А. И. Зубарев (1961) и В. Н. Димо (1972), агротехнические приемы возделывания сельскохозяйственных растений одновременно являются тепломелиоративными: гребнистая поверхность поля способствует заметному повышению температуры почвы.

По данным Р. Р. Авезова, Б. Х. Касимова, Г. Я. Умарова, С. П. Пулатова (1980), сев хлопчатника в профилированные гребни имеет ряд преимуществ: улучшаются радиационный и, соответственно, температурный режимы. Температура гребней на 5—6°C выше температуры ровной поверхности, что позволяет сеять хлопчатник в ранние сроки. Устраняется пестрота микрорельефа поля, увеличивается мощность пахотного слоя до 50—

60 см, снижается заболелание хлопчатника корневой гнилью и возрастает урожайность (на 2,8—4,3 ц/га).

Многолетними исследованиями ДальНИИСХ (Гребне-грядовая технология, 1974) и широкой производственной их проверкой выявлена высокая эффективность механизированных гребне-грядовых технологий. Применение их при возделывании овощных культур позволило увеличить урожай на 40—50%, снизить затраты ручного труда.

На основании полевых опытов и производственных испытаний в условиях орошаемых типичных сероземов, гидроморфных почв сероземного пояса, а также орошаемых светлых сероземов Каршинской степи и такырных почв пустынной зоны Узбекистана показано, что новая технология подготовки почвы к посеву хлопчатника на грядах и гребнях способствует созданию и поддержанию наиболее благоприятных почвенных условий для вегетации хлопчатника (Рыжов, Кондратюк, Погосов, 1971, 1980; Кашкаров, Файзиев, 1972, 1973; Умаров, и др., 1974, 1977, 1978; Погосов, 1975; Кондратюк, Махмудов, 1976; Умаров, Икрамов, 1979; Джуракулов, Халмуратов, 1980; Пономарев, Базаров, 1981; Курвантаев, 1983; и др.).

Таким образом, плотность пахотного горизонта — одна из важных физических характеристик, определяющих свойства и уровень плодородия почвы. От плотности сложения почвы зависит ее общая пористость, аэрация, размер пор, водопроницаемость, подвижность почвенной влаги и питательных элементов, микробиологическая деятельность, а также развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Установлено, что для многих сельскохозяйственных культур, возделываемых на большинстве почв европейской части СССР, оптимальная плотность сложения равна от 1,0 до 1,3 г/см³, редко — 1,4 г/см³.

Для хлопчатника в условиях староорошаемых тяжелосуглинистых и легкоглинистых типичных сероземов, а также орошаемых луговых и болотно-луговых почв сероземного пояса оптимальна плотность пахотного горизонта 1,1—1,3 г/см³; новоорошаемых среднесуглинистых светлых сероземов и орошаемых среднесуглинистых такырных почв — 1,1—1,4 г/см³. Критическая величина для орошаемых сероземов и гидроморфных почв сероземного пояса, новоорошаемых среднесуглинистых светлых сероземов и орошаемых такырных почв — 1,5 г/см³ и выше.

Из изложенного выше вытекает, что данные по оптимизации физических свойств (в частности, плотности сложения пахотного горизонта) орошаемых сероземов и такырных почв нельзя переносить на орошаемые луговые почвы пустынной зоны Узбекистана, так как они находятся в иных условиях почвообразования.

Глава II. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БУХАРСКОГО ОАЗИСА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Природные условия

Бухарский оазис расположен в центральной части пустынной зоны в нижнем течении р. Зарафшан. На востоке и юго-востоке граничит с Акмазарской и Сарыташской возвышенностями. Северо-западная граница уходит вглубь Кызылкумов, южная — примыкает к Каршинской степи.

Поверхность Бухарской дельты Зарафшана В. А. Ковда (1947) делит на 3 террасы: пойменная, сложенная галечниками, 2,0—2,5 км ширины возвышается над уровнем воды в реке на 1—1,5 м; надпойменная — луговая, сложенная песчано-галечниковыми аллювиальными наносами; лессовая.

В основном Бухарский оазис расположен на 2-й террасе, которая возвышается над 1-й уступом в 2—5 м. Общий уклон дельты с северо-востока на юго-запад — 0,0005 м. Самая высокая точка — 249 м над ур. м., самая низкая — 208 м. Равнинность рельефа нарушается рядом понижений, повышений, приречными валами и прочими неровностями.

По данным А. С. Аделунга, С. А. Кушнира и П. К. Чихачева (1937), А. И. Шевченко (1961), Д. М. Каца (1963) и др., древний конус выноса р. Зарафшан с поверхности повсеместно сложен четвертичными образованиями различной мощности. В пределах современной долины четвертичные отложения подстилаются древне-четвертичными конгломератами и свитой песчаников, на юго-востоке — нижетретичными палеогеновыми глинами.

Литологический состав отложений меняется по направлению течения реки: от верховьев дельты к ее юго-западной окраине, отражая закономерность механической дифференциации аллювиальных осадков. Аллювиальные отложения Бухарского оазиса состоят из серо-палевых глин, суглинков, супесей, песков и галечников различной мощности. В северной части конуса выноса глубина залегания галечников составляет 2—6 м, в центральной части оазиса — 4—8 м, в районе Бухары — 10—13 м. В южной и юго-восточной частях галечники практически исчезают и сменяются мелкозернистыми наносами. Это обуславливает различия в мелiorативном состоянии земель оазиса. Многочисленные отводы и параллельные арыки способствуют потерям вод на фильтра-

цию и дают низкий (0,45—0,55) коэффициент полезного действия оросительных систем (Кац, 1963).

Уровень грунтовых вод в период наших исследований находился в пределах 1—3,5 м от поверхности земли. Направление грунтовых вод подчинено направлению современной долины р. Зарафшан.

По данным Бухарской гидрогеологической станции, октябрь—декабрь — период наиболее глубокого стояния уровня грунтовых вод, январь—май — поднятия его.

По климатическим условиям Бухарский оазис относится к зоне пустынь с сухим знойным летом и резкими колебаниями температуры дня и ночи.

Крайняя сухость воздуха, малое количество осадков и высокие температуры в течение лета создают неблагоприятные условия для развития растительности и налагают особый отпечаток на почвенный покров (Бабушкин, 1960).

Продолжительность безморозного периода 210—245 дней. Сумма положительных температур достигает 4500—5000°.

Для характеристики погодных условий мы использовали данные метеорологической станции «Бухара» за 1975—1980 гг. (табл.1).

В формировании температурного режима Бухарской области большую роль играет циркуляция атмосферного воздуха. В холодный период года на территории области преобладают континентальные воздушные массы умеренных широт и наблюдается интенсивная циклоническая деятельность, сопровождающаяся неустойчивой и часто холодной погодой.

Средние температуры самого холодного месяца (январь) колеблются от 1,7 до —5,5°, а на поверхности почвы — от 1 до —5°.

В наиболее холодные зимы абсолютный минимум температуры воздуха (январь) достигает —9°, а максимум 12°. На поверхности почвы в январе самая низкая температура —10°, самая высокая +14°. Среднемесячная температура января за многолетний период равна —0,6 и —1°.

В теплый период года сильно нагретые пустынные пространства способствуют интенсивной трансформации притекающих сюда воздушных масс в сухой континентальный тропический воздух. Под влиянием трансформации циклонические процессы протекают крайне вяло и проявляются в виде очень незначительных изменений температуры. В самый жаркий месяц года (июль) средняя температура воздуха колеблется от 28 до 30°, а на поверхности почвы — от 32 до 34°.

В наиболее жаркие годы максимальная температура воздуха летом достигает 38°, на поверхности почвы — 59°. За многолетний период среднегодовая температура воздуха и поверхности почвы составляет соответственно 14 и 16°.

В целом средние годовые температуры воздуха и поверхности почвы за годы проведения полевых опытов были на 1—2° выше, чем средние многолетние.

Климатические показатели по данным метеостанции "Бухара"

Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
Температура воздуха, °С (1975—1980 гг.)													
Средняя	0,4	1,7	8,8	18,2	22,6	27,5	29,1	26,0	21,0	13,3	6,4	3,3	15,7
Минимальная	-3,8	-2,5	3,2	12,1	14,5	18,6	20,4	17,8	12,4	6,1	0,8	-0,7	8,2
Максимальная	6,0	7,7	15,8	25,4	31,3	35,6	37,5	34,6	30,3	21,9	13,8	10,4	22,4
За многолетний период													
	-0,6	2,3	8,5	15,9	22,1	25,8	27,5	25,2	19,3	12,8	6,1	1,8	13,9
Температура поверхности почвы, °С (1975—1980 гг.)													
Средняя	0,2	2	8,5	17,3	26,7	32,0	33,7	30,5	20,2	15,0	4,8	2,8	17,0
Минимальная	-5,8	-4,5	-0,2	9,0	12,0	15,0	17,0	14,3	9,0	3,2	-2,6	-2,8	5,6
Максимальная	9,8	13,5	25,5	41,5	49,8	56,5	58,7	55,3	50,8	36,8	21,6	12,2	36,0
За многолетний период													
	-1	3	10	18	27	32	34	30	22	14	6	2	16
Средняя	-7	-5	0,2	6	11	15	16	14	8	2	-3	-4	4
Минимальная	-10	-17	26	39	50	57	58	55	48	38	-23	-13	36
Максимальная	19,1	28,2	22,6	10,4	7,6	0,5	0,0	0,1	0,2	5,5	17,2	20,2	131,1
Количество осадков, мм (1975—1980 гг.)													

Крайняя сухость климата выражается в малом количестве осадков: в 1975—1980 гг. выпало максимально 159 мм, минимально — 89 мм. В зимний период наибольшее количество осадков отмечено в феврале — 20—50 мм.

Растительный покров оазиса описали К. З. Закиров (1955), Е. П. Коровин (1961), И. И. Гранитов (1967) и др. Растительность целинных почв представлена янтаком (*Alhagi camelorum*), гребенщиком (*Tamarix*), акацией песчаной (*Ammodendron* Sp.), джузгуном (*Caligonum* Sp.), осокой (*Carex physoides*), пыреем (*Aprosum venetum*). Более засоленные местообитания заняты аджерековым покровом (*Aeluropus litoralis*). Здесь встречаются *Karelinia caspica*, *Statice atolepsis* st., *Suaeda microphylla*, *Atriplex tatarica* и др.

На участках, расположенных близко к современному руслу р. Зарафшан и по сухому ее руслу, встречается мелкорослый тростник (*Phragmites communis*).

Первую классификацию почв Бухарской области провел Н. А. Димо (1916, 1925). Он выделял здесь оазисные аллювиальные поверхностно-засоленные и незасоленные почвы.

В своей классификации С. С. Неуструев (1931) называет почвы оазисно-тугайными в комплексе с темноцветными незасоленными и поверхностно-засоленными почвами, солончаками и песками.

Более подробно систематизировали почвы Б. В. Горбунов, Н. В. Кимберг, С. Н. Шувалов (1941), Б. В. Горбунов (1965), Н. В. Кимберг (1974). Почвы Бухарского оазиса отнесены к типу луговых, которые образуются в условиях постоянного или периодического увлажнения восходящими капиллярными токами влаги из неглубокозалегающих грунтовых вод.

В настоящее время почвенный покров Бухарской области изучен подробно (Орлов, 1934; Панков, 1957; Розанов, 1959; Лобова, 1960, 1965; Молодцов, 1963, 1965; Минашина, 1963; Фелициант, 1964; Рыжов, 1965; Кимберг, 1974; Турсунов, 1981; Гафуров, Абдуллаев, 1982; Генусов, 1983; и др.).

По данным И. Н. Фелицианта и др. (1984), в орошаемой зоне Бухарской области развиты следующие почвы: такырные; такырно-луговые; луговые; болотно-луговые и болотные; солончаки.

Луговые почвы в Бухарской и части Навоийской областях распространены широко и занимают 62,4% всего земельного фонда (371 442 га) орошаемой зоны.

Агроирригационный горизонт староорошаемых среднемощных почв колеблется от 30 до 70 см. Иногда в их профиле сохраняются реликтовые признаки целинных почв. Староорошаемые почвы слабо засолены. Засоление носит сезонный, поверхностный характер.

По данным И. Н. Фелицианта и др. (1984), в Бухарской области площадь незасоленных почв за последние 20 лет увеличилась на 9%. Приводим данные за 1980 г. (% орошаемой области).

Район	Незасолен- ные	Слабозасо- ленные	Среднеза- соленные	Сильноза- соленные
Гиждуванский	15,2	73,7	11,1	—
Вабкентский	15,2	73,7	11,1	—
Шафирканский	15,2	73,7	11,1	—
Пешкунский	10,8	50,5	31,2	7,5
Ромитанский	—	52,2	37,3	10,5
Свердловский	6,5	36,5	40,5	16,5
Бухарский	21,6	48,8	25,2	4,4
Каганский	6,5	36,5	40,5	16,5
Каракульский	—	53,8	29,6	16,6
Алатский	—	53,9	29,5	16,6
В среднем	9,1	55,3	26,7	8,9

В отличие от староорошаемых, у новоорошаемых и новоосвоенных почв в результате орошения изменилась лишь верхняя часть профиля. Эти почвы занимают небольшую площадь.

На территории Бухарского оазиса солончаки распространены повсеместно, но степень участия их в почвенном покрове отдельных массивов неодинакова. В центральных массивах среди наиболее освоенных и слабозасоленных почв солончаки имеют вид мелких пятен от нескольких квадратных метров до одного гектара. Они приурочены к повышенным элементам рельефа.

Размеры пятен солончаков и их количество на единицу площади увеличиваются от центра орошаемого массива к его периферии. Сплошные массивы солончаков распространены главным образом в периферийной зоне, где они образуют широкий пояс, окаймляющий оазис. Кроме того, солончаки сплошным поясом распространены на первой террасе р. Зарафшан.

Болотно-луговые почвы встречаются в пониженных местах рельефа, куда в прошлом поступали сбросные и оросительные воды. В настоящее время эти почвы избавлены от затопления — в них протекает луговой процесс почвообразования.

Объекты исследований

Мы исследовали наиболее распространенные в Бухарском оазисе староорошаемые луговые аллювиальные (лугово-оазисные аллювиальные) почвы пустынной зоны, развитые на мощных агроирригационных отложениях (территория колхоза им. Энгельса, Вабкентский район). Выбранные нами участки заняты хлопчатником, который возделывается бессменно более 20 лет. В 1975 г. осенью на этом поле был заложен почвенный разрез до глубины уровня грунтовых вод. Проведено морфологическое описание профиля, определены объемная масса, влажность почвы в момент описания и отбор почвенных образцов по генетическим горизонтам для лабораторных анализов. Собраны сведения о применявшейся агротехнике.

Морфологическая характеристика староорошаемых луговых аллювиальных почв может быть представлена описанием разреза,

заложенного на хлопковом поле в 100 м к северо-востоку от полевого стана бригады № 14. Состояние хлопчатника среднее, густота стояния — около 120—130 тыс. растений на одном гектаре.

Разрез 1, 1975 г. 25 ноября (Р. Курвантаев).

A₀—32 см. Серый с сизоватым оттенком, слабоувлажненный, пылевато-комковатый, тяжелосуглинистый, плотный, корешки хлопчатника, ходы дождевых червей, включение черепков, переход по цвету заметный.

A_{1/a} 32—56 см. Буровато-серый с сизоватым оттенком, влажнее предыдущего горизонта, тяжелосуглинистый, уплотненный, крупнокомковатый, мелкие корешки хлопчатника (редко) с включениями черепков, ходы дождевых червей и копролитов. Переход по цвету постепенный.

B₁ 56—90 см. Буровато-серый с сизоватым оттенком, влажный, тяжелосуглинистый, крупнокомковатый, уплотненный, мало корешков, многочисленные ходы дождевых червей и копролитов, а также включения черепков. Переход по плотности заметный.

B₂ 90—161 см. Буровато-серый, увлажненный, тяжелосуглинистый, крупнокомковатый, уплотненный, множество ходов дождевых червей и их экскрементов, встречаются (редко) осколки гончарной посуды. Переход по плотности и цвету постепенный.

C₁ 161—192 см. Буровато-серый с сизовато-темно-серым оттенком, увлажненный, тяжелосуглинистый, крупнокомковатый, уплотненный, попадаются включения черепков, множество мелких ходов червей. Переход по цвету постепенный.

C₂ 192—257 см. Сизовато-темно-серый, сильно увлажненный, тяжелосуглинистый, крупнокомковатый, плотнее предыдущего горизонта, множество ходов дождевых червей. Переход по цвету постепенный.

C₃ 257—352 см. Сизовато-темно-серый, с ржавыми пятнами, мокрый, тяжелосуглинистый, крупнокомковатый, уплотненный, много ходов дождевых червей. Грунтовая вода на глубине 352 см, слабо минерализованная.

Согласно данным полевых определений и лабораторных анализов, староорошаемые луговые почвы представлены тяжелыми суглинками. Содержание физической глины в пахотном горизонте составляет 50,1%, в подпахотном — 55%. В последующих горизонтах до глубины 192 см сумма физической глины несколько увеличивается (до 61,4%), а в самом последнем горизонте она снижается до 47%. Сравнительно высокое содержание физической глины отмечается почти по всему профилю почвогрунта, что связано с присутствием в значительном количестве в твердом стоке дельты Зарафшана мелкопылеватых и илистых частиц. Приводим данные о механическом составе староорошаемой луговой почвы (% массы воздушно-сухой почвы).

Горизонт, см	Фракция, мм							<0,01	<0,01
	>0,25	0,25— 0,1	0,1— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	<0,001		
0—32	0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5	50,1	
32—56	0,1	1,1	9,2	34,6	13,6	24,5	16,9	55,0	
56—90	0,1	0,9	9,1	32,9	17,0	24,8	15,2	57,0	
90—161	0,1	1,2	7,4	29,9	19,7	24,1	17,6	61,4	
161—192	0,5	2,3	9,3	28,0	19,3	23,3	17,3	59,9	
192—257	0,3	2,0	10,5	35,5	14,8	20,3	16,6	51,7	
257—352	0,5	2,5	17,0	33,1	13,8	17,4	15,7	46,9	

В мелкозем преобладают крупнопылеватые частицы и фракции мелкой пыли. Содержание песчаных фракций, особенно крупного и среднего песка, незначительно.

Плотность сложения староорошаемых луговых почв в пределах пахотного и подпахотного горизонтов более однородная (1,40—1,42 г/см³), глубже, до 2 м, она несколько увеличивается, в почвообразующей породе достигает 1,52—1,55 г/см³ (табл. 2).

Удельная масса всех горизонтов однородна и равна 2,72—2,73 г/см³. Величина общей пористости в пределах двухметрового слоя относительно более высокая (46—49%), к низу уменьшается, составляя в почвообразующей породе 44—43%.

Величина максимальной гигроскопичности (МГ) в пахотном

Водно-физические свойства староорошаемой

Горизонт, см	ОМ, г/см	УМ, г/см³	Общая пористость, %	% массы почвы				
				МГ	ММВ	КВ	ПВ	НВ
0—32	1,42	2,72	48	4,3	17,2	20,0	31,3	27,7
32—56	1,40	2,73	49	4,9	17,4	25,7	27,5	23,3
56—90	1,47	2,73	46	4,2	17,6	—	—	24,3
90—161	1,47	2,73	46	4,1	16,2	—	—	24,6
161—192	1,47	2,73	46	4,2	16,2	—	—	—
192—257	1,52	2,73	44	—	—	—	—	—
257—352	1,55	2,73	43	—	—	—	—	—

горизонте составляет 4,3%, в подпахотном — 4,9%, к низу уменьшается (4,2—4,1%). Максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) в пределах верхней метровой толщи равна 17,2—17,6%, глубже снижается (16,2—16,1%). Капиллярная влагоемкость (КВ) в пахотном горизонте составляет 29%, уменьшаясь в подпахотном слое (25,7%). Величина полной влагоемкости (ПВ) в пахотном слое (31,3%), чем в нижнем (пахотном) слое значительно выше (27,5%), чем в нижних (27,7%). Наименьшая влагоемкость (НВ) наибольшая в пахотном горизонте (27,7%), несколько снижается в последующих слоях (23,3—24,6).

Верхняя граница пластичности в рассматриваемой почве по всем генетическим горизонтам почти одинаковая (27,1—27,9%). Нижняя граница, или граница раскатывания, соответствующая влажности спелого состояния почвы, в пахотном горизонте составляет 18%, в подпахотном — 19%. Число пластичности почвы по профилю колеблется от 8,6 до 9,5. Содержание водопрочных агрегатов размером 2—3 мм весьма низкое (2,19—2,64%).

Староорошаемые луговые почвы, развитые на агроирригационных наносах, характеризуются более равномерным распределением по профилю гумуса и питательных веществ. Содержание гумуса в пахотном горизонте невысокое, с глубиной в пределах всего агроирригационного горизонта постепенно уменьшается. Отношение C:N по профилю почвы колеблется от 7,3 до 9,1.

Горизонт, см	Гумус, %	Азот, %	C:N	P ₂ O ₅		K ₂ O	
				валовой, %	подвижной, мг/кг	валовой, %	подвижной, мг/кг
0—32	1,02	0,077	7,5	0,208	13,6	2,92	228,9
32—56	0,78	0,071	9,1	0,140	7,6	3,25	192,6
56—90	0,62	0,055	8,9	0,130	3,4	3,31	180,7
90—161	0,59	0,043	7,3	0,140	3,2	3,31	156,6

Значительное количество валового фосфора сосредоточено в пахотном горизонте, а в подпахотном оно уменьшается.

Таблица 2

луговой почвы

Верхняя граница пластичности, %	Нижняя граница пластичности, %	Число пластичности	Водопрочность агрегатов (2—3 мм)		
			>1 мм	1—0,25	>0,25
27,1	18,2	8,9	0,44	2,20	2,64
27,7	19,1	8,6	0,47	2,02	2,49
27,9	18,6	9,3	0,22	1,97	2,19
27,9	18,4	9,5	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

Валового калия в пахотном горизонте значительно меньше, чем в подпахотном.

Содержание CO₂ карбонатов по профилю почвы колеблется от 9,8 до 10,3%. Рассматриваемая почва отличается низким содержанием поглощенных оснований (7,1—7,9 мг/экв.), более половины составляет поглощенный Mg (54—57%). Натрия в горизонтах 32—56 и 56—90 см содержится 5,9—6,5% общей суммы поглощенных оснований, что указывает на слабую солонцеватость исследуемых почв.

Приводим данные о содержании карбонатов и поглощенных оснований в староорошаемой луговой почве.

Горизонт, см	CO ₂ карбона- тов, %	Обменные основания (мг экв. на 100 г почвы)					% суммы				
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	
0—32	9,81	2,59	3,94	0,38	0,17	7,08	33,6	55,6	5,4	2,4	
32—56	9,92	2,39	4,25	0,30	0,48	7,42	32,2	57,3	4,0	6,5	
56—90	10,16	2,79	4,11	0,30	0,45	7,65	36,5	53,7	3,9	5,9	
90—161	10,32	2,93	4,52	0,28	0,15	7,94	37,7	56,9	3,5	1,9	

По данным водной вытяжки, староорошаемая луговая почва практически промыта, но подвержена засолению. Например, плотный остаток в пахотном горизонте составляет 0,205%, в подпахотном — 0,265%, в нижних горизонтах еще меньше — 0,120—0,165%. Содержание хлора по профилю почвы неравномерное — варьирует от 0,007 до 0,017%, в грунтовой воде достигает 0,105%.

Горизонт, см	Плотный остаток	Общая ще- лочность, в НСО ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ + Na ⁺
0—32	0,205	0,033 0,55	0,017 0,48	0,107 2,22	0,015 0,75	0,012 0,99	0,031 1,50
32—56	0,25	0,033 0,54	0,014 0,39	0,141 2,93	0,020 1,00	0,006 0,49	0,056 2,43
56—90	0,160	0,030 0,51	0,007 0,25	0,032 1,92	0,015 0,55	0,012 0,99	0,020 0,88
90—161	0,150	0,040 0,66	0,010 0,28	0,068 1,41	0,010 0,50	0,006 0,49	0,031 1,36
161—192	0,145	0,033 0,54	0,007 0,20	0,070 1,46	0,015 0,75	0,003 0,25	0,028 1,20
192—257	0,120	0,037 0,61	0,007 0,20	0,066 1,37	0,010 0,50	0,015 1,23	0,010 0,45
257—352	0,165	0,064 1,05	0,010 0,25	0,034 1,38	0,020 1,00	0,03 0,25	0,032 1,41
Гр. вода	1,570	0,409 6,71	0,105 2,96	0,736 15,31	0,030 2,99	0,162 12,49	0,218 9,50

Примечание: в числителе — %, в знаменателе — мг/экв на 100 г почвы.

На исследуемой почве возделываются пропашные культуры. Здесь зяблевая пахота осуществлялась на глубине 28—35 см поздней осенью — во второй половине ноября и в декабре. После зяблевой пахоты проводились влагозарядковый (промывочный) полив и, по мере поспевания почвы — предпосевная обработка, боронование с малованием в двух — трех направлениях, чизелевание с малованием в двух направлениях, боронование с тяжелой малой. Годовая норма азотных удобрений — 200—250 кг/га, фосфора 80—100 кг/га, калия — 40—50 кг/га. Органических удобрений (навоз) вносили 10—20 т/га, в основном — перед чизелевани-

ем в виде «шарвата», при поливах в период плодообразования. Урожай хлопка-сырца в среднем за 5 лет (1975—1980 гг.) колебался от 30 до 37 ц/га.

Методика исследований

На образцах из генетических горизонтов почвы были выполнены следующие лабораторные анализы.

Механический анализ проводили методом пипетки с использованием диспергатора гексаметафосфата натрия. Максимальную гигроскопическую влагу определяли методом А. В. Николаева, удельную массу почвы — пикнометрическим методом.

Верхнюю границу пластичности устанавливали методом конуса А. М. Васильева, нижнюю — ускоренным методом А. М. Васильева; капиллярную и полную влагоемкость почвы в цилиндрах — методом Н. А. Качинского. Водопрочность агрегатов почвы размером 2—3 мм оценивали по методу Г. И. Павлова; максимальную молекулярную влагоемкость (ММВ) — по методу А. Ф. Лебедева. Гумус определяли по методу И. В. Тюрина; валовой азот — по Кьельдалю; валовой фосфор — по Мещерякову; валовой калий — методом спекания (на пламенном фотометре); фосфор подвижный — в 1% углесамонийной вытяжке. Состав водной вытяжки выявляли по общепринятой методике; состав поглощенных оснований — по методу Пфеффера; CO₂ карбонатов — ацидометрическим методом.

В полевых условиях определяли объемную массу в цилиндрах (объемом 500 см³), полевую влагоемкость почвы методом заливаемых площадок размером 2×2 м², естественную влажность почвы методом высушивания в термостате.

В вегетационном опыте изучали влияние различной плотности сложения на свойства почвы, а также рост, развитие и урожайность хлопчатника, использовали образцы из пахотного горизонта староорошаемой тяжелосуглинистой луговой почвы Бухарского оазиса. Объем почвы одинаковый во всех сосудах.

Изучались следующие варианты:

1. Плотность почвы — 1,1 г/см³;
2. Плотность почвы — 1,2 г/см³;
3. Плотность почвы — 1,3 г/см³;
4. Плотность почвы — 1,4 г/см³;
5. Плотность почвы — 1,5 г/см³;
6. Плотность почвы — 1,6 г/см³;
7. Плотность верхнего слоя пахотного горизонта (0—15 см) — 1,2 г/см³, нижнего слоя (15—30 см) — 1,4 г/см³;
8. Плотность верхнего слоя (0—15 см) — 1,2 г/см³, нижнего (15—30 см) — 1,5 г/см³;
9. Плотность верхнего слоя (0—15 см) — 1,3 г/см³, нижнего (15—30 см) — 1,6 г/см³ при влажности 70% полной влагоемкости;
10. Плотность почвы — 1,2 г/см³;

11. Плотность почвы — $1,6 \text{ г/см}^3$.

С целью изучения испаряющей способности почвы проводили серию опытов без культуры хлопчатника, объем почвы во всех сосудах одинаковый, полив сверху и снизу:

1. Плотность почвы — $1,1 \text{ г/см}^3$;
2. Плотность почвы — $1,3 \text{ г/см}^3$;
3. Плотность почвы — $1,4 \text{ г/см}^3$;
4. Плотность почвы — $1,6 \text{ г/см}^3$.

Повторность опытов четырехкратная.

Опыты проводили по методике СоюзНИХИ (1973) в сосудах Вагнера диаметром 30 см, высотой 30 см, общий объем почвы 21195 см^3 . После тарировки и укладки дренажа сосуды набивали почвой, просеянной через 10 мм сито, и уплотняли тяжелой деревянной кувалдой. Влажность почвы при набивке равнялась 16—17% ее массы. Количество почвы рассчитывали по заданной объемной массе, т. е. с переменной массой и постоянным объемом. Посев хлопчатника (сорт Ташкент-1) проведен 10.05 замоченными делитированными семенами по 10 в каждый сосуд. Глубина заделки — 3 см.

Перед посевом почву рыхлили на глубину 3—4 см для облегчения появления всходов. После прореживания в сосудах оставляли по одному растению.

Влажность почвы поддерживали на уровне 70% полной влагоемкости, в двух (10, 11) вариантах ($1,2$ и $1,6 \text{ г/см}^3$) — 80% полной влагоемкости. Поливы проводили ежедневно с учетом объемной массы почвы. Учет поливной воды велся за весь вегетационный период. Часть воды подавали снизу через трубку, а часть — с поверхности. Годовая норма на сосуд азота — 6 г, фосфора — 5, калия — 2.

Фосфор вносили при набивке сосудов в виде суперфосфата, содержащего 18% P_2O_5 ; азот — в виде 34% аммиачной селитры NH_4NO_3 в фазах 2—3 настоящих листочков, бутонизации, массового цветения; калий — в виде сильвинита (60% K) в два срока: в период бутонизации и цветения с поливной водой снизу через трубки.

Полевые опыты в 1977 и 1978 гг. закладывали по методике СоюзНИХИ, согласно которой подготовка почвы к посеву осуществляется с осени по зяби, поля выравниваются, после чего нарезаются гряды и гребни.

В качестве орудия для нарезки гряд и гребней мы использовали окучники культиватора КХР-3,6 (междурядья 90 см), модифицированные сотрудником нашей лаборатории Ж. Икрамовым.

Перед тем как навесить окучники на грядили культиватора, их крыла до конца открываются и крепятся болтами. Для лучшего сгребания почвы и качественной поделки гряд и гребней к верхней части окучника монтируется с помощью 5 болтов (1 в середине, по 2 по бокам) металлическая пластинка 2—3 мм толщины, 18—20 см высоты и ширины, равной ширине крыла окучника.

Пластинка должна выступать не менее чем на 10—12 см над крылом окучника. Затем окучники навешиваются на грядили культиватора. Перед каждым окучником монтируется большая лапа для рыхления почвы. Культиватор навешивали на трактор Т-40 или Т-80. Два окучника за двумя ведущими задними колесами снимались.

Высота гряд и гребней как при осенней, так и при весенней закладке составляла со дна борозды 28—30 см (рис.1). В 1977 и 1978 гг. весной за 5—7 дней до посева проводили влагозарядковый (предпосевной) полив нормой 1200—1400 $\text{м}^3/\text{га}$.

В 1977 г. посев осуществляли 17.04, в 1978 г. — 30.04, в 1979 г. — 17.04, в 1980 г. — 20—23.04 семенами хлопчатника Ташкент-1.

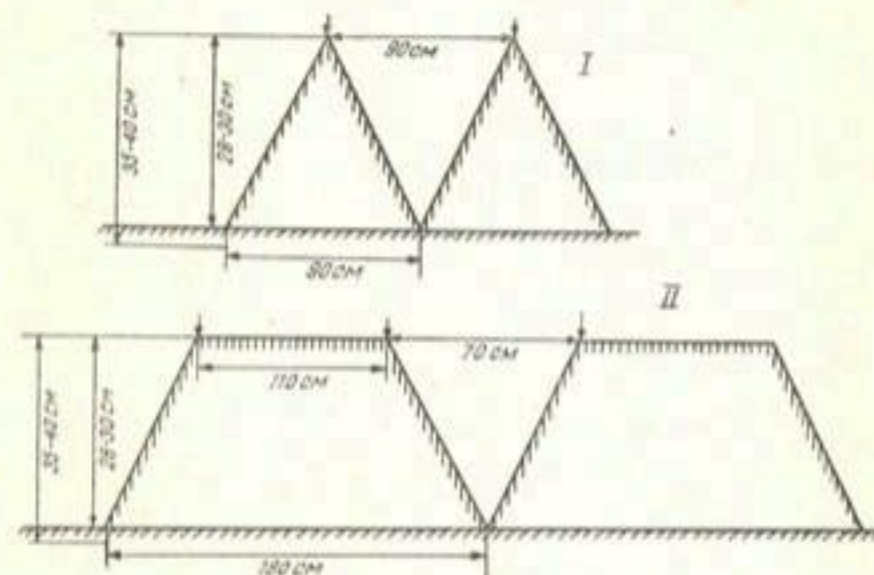


Рис. 1. Схематическое изображение гребней (I) и гряд (II).

Культивацию проводили в обычные сроки. На грядах до начала цветения хлопчатник поливали через междурядье, в период цветения и далее — в каждое междурядье. Контролем служило гладкое поле с междурядьями 90 см, где подготовка к севу велась весной после промывочного полива и посев — в соответствии с агротехникой, принятой в хозяйстве. Посев как в опыте (гряды и гребни), так и в контроле (гладкое поле), — в один и тот же день.

В полевых и производственных опытах (1977—1980 гг.) испытывали следующие варианты.

I. Зяблевая пахота + поделка чеков + выравнивание пашни (чизелевание) + предпосевной полив (промывка) + предпосевная обработка (боронование + чизелевание с малованием + повторное боронование с малованием) + посев с междурядьем 90 см (контроль).

II. Зяблевая пахота + выравнивание пашни + поделка гряд + предпосевной полив + посев с междурядьем 90 см.

III. Зяблевая пахота+выравнивание пашни+поделка гребней+предпосевной полив+посев с междурядьем 90 см.

Повторность опытов 4-кратная. В каждой повторности посев 8-рядный, из них 4 учетных и 4 защитных по два ряда с двух сторон. Общая длина карты — 223 м, площадь учетной делянки — $3,6 \times 223 = 802,8 \text{ м}^2$. Варианты располагали в один ярус.

В вегетационном опыте определяли следующие показатели. Объемную массу (ОМ) почвы во всех вариантах путем замера фактической высоты слоя почвы в сосуде после набивки, после первого полива, в период цветения и в конце вегетации хлопчатника. Общую пористость (П) пахотного слоя почвы при различной ее плотности, расчетным путем. Капиллярную и полную влагоемкость (КВ и ПВ) почвы при различной плотности, в цилиндрах методом Н. А. Качинского. Поры аэрации почвы различной ее плотности, расчетным путем. Учет поливной воды, методом взвешивания. Наблюдения над испарением из почвы в сосудах через каждые 5 дней, путем взвешивания.

Питательные элементы: содержание нитратов — по Грандваль-Ляжу, аммиака — реактивом Неслера в период появления настоящих листочков, бутонизации, цветения, плодообразования и в конце вегетации; содержание подвижной фосфорной кислоты и обменного калия (в 1% углеаммонийной вытяжке) в те же сроки, что и нитраты.

Количественный состав микрофлоры в слоях 0—15 и 15—30 см почвы по методике СоюзНИХИ в период цветения в вариантах с плотностями 1,1; 1,3; 1,4; 1,6 г/см³, а также в вариантах с послойными плотностями (1,2+1,4 г/см³ и 1,3+1,6 г/см³). Учет водопотребления хлопчатника за вегетацию, л/сосуд.

Проводили фенологические наблюдения: учет всходов; наблюдение за ростом и развитием, а также динамикой цветения и созревания; учет сухой массы, корней и урожая хлопка-сырца.

Данные об урожае обрабатывали по схеме Перегудова-Снедекора и Доспехова.

В полевом опыте выполнялись следующие виды работ.

Объемную массу почвы определяли до глубины 50 см, послойно через каждые 10 см: после закладки опыта, после посева, первого, второго и третьего поливов и в конце вегетации хлопчатника методом цилиндров ($V = 500 \text{ см}^3$), повторность 5-кратная.

Влажность почвы устанавливали до глубины 1,5 м: при закладке опыта, до и после посева хлопчатника. Влажность между поливами определяли через каждые 5 дней. Повторность 4-кратная. Водопроницаемость почвы выявляли после посева перед первым и третьим поливами и в конце вегетации бороздковым методом (по С. Н. Рыжову), повторность 3-кратная.

Крошение пахотного слоя почвы осуществляли методом С. Н. Рыжова. Высоту гряд и гребней измеряли после закладки опыта и запасного полива в 30-кратной повторности.

Температуру почвы измеряли на глубине 0; 5; 10; 15; 20; 35 см через каждые 5 дней в 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 2 и 4 ч. (термометр Н. И. Савинова).

Поливную воду как в предпосевной, так и в вегетационные периоды учитывали на водосливах Чипполетти.

Капиллярную (КВ) и полную (ПВ) влагоемкость почвы определяли в ненарушенных образцах после посева, в период цветения и в конце вегетации цилиндрами Н. А. Качинского в 4-кратной повторности.

Изучали коркуемость почвы под влиянием весенних осадков.

Агрегатный состав почвы определяли методом Н. И. Савинова, после посева и первого полива, а также в конце вегетации. Микроагрегатный состав почвы устанавливали методом Н. А. Качинского в образцах, отобранных после посева, в период цветения и в конце вегетации.

Водопрочность агрегатов размером 2—3 мм определяли методом Г. И. Павлова в образцах почв, взятых в те же сроки, что и для микроагрегатного анализа, дисперсность почвы — методом А. М. Панкова после посева и в конце вегетации.

Содержание подвижных форм нитратного и аммиачного азота выявляли после посева, бутонизации, массового цветения и в конце вегетации; подвижного фосфора и обменного калия — после посева, бутонизации, массового цветения и в конце вегетации; состав водной вытяжки — перед посевом и после него, перед первым поливом и в конце вегетации.

Учитывали срок, глубину и качество пахоты, количество культиваций, вегетационных поливов и вносимых удобрений.

Проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием хлопчатника: подсчитывали число гнезд со всходами на 2 пог. м каждого ряда в 3-кратной повторности; наблюдали за динамикой цветения и созревания. Выявляли засоренность поля по вариантам опытов.

Учитывали урожай хлопка-сырца по делянкам на 4 учетных рядах по всем вариантам сборов и повторностям опытов. Урожайные данные статистически обрабатывали по методике Перегудова-Снедекора и Доспехова. Технологическое качество волокна устанавливали по методике ЦНИИХпром. Определяли экономическую эффективность применения новой технологии подготовки почвы к посеву хлопчатника.

Агротехника полевых и производственных опытов

В полевых и производственных опытах применялась агротехника, принятая в хозяйствах. Во все годы опыта фиксировались сроки, глубина и качество основной обработки, технология предпосевной обработки, сроки сева, сорт хлопчатника, число вегетационных поливов и междурядных обработок, норма удобрений, расход поливной воды, проводилась борьба с сельхозвредителями.

Зяблевая пахота осуществлялась на глубину 32—35 см плугами ПЛ-35-5 без предплужников во второй половине ноября — первой половине декабря. В 1977 и 1979—1980 гг. фосфорные удобрения под зябь не были внесены, их вносили весной, перед закладкой опыта. В 1978 г. фосфорные удобрения вносили под зябь

Перечень основных агротехнических работ

Операция	Год	Срок	
		1-й	2-й
Зяблевая вспашка	1977	4.12.76	—
	1978	30.11.77	—
Выравнивание поверхности пашни чизелеванием и малованием	1977	5.12.76	—
	1978	2.12.77	—
Подделка гряд и гребней	1977	4.01	—
	1978	3.12	11.03
Влагодарядковый полив (премывка)	1977	4—7.04	—
	1978	14—19.04	—
Предпосевные обработки (на делянках) по гладкому полю	1977	16.04	—
	1978	28.04	—
Посев хлопчатника	1977	17.04	—
	1978	30.04	—
Борьба с коркой на делянках по гладкому полю	1977	22.04	—
	1978	—	—
Культивация	1977	14.05	21.05
	1978	17.05	31.05
Нарезка поливных борозд	1977	22.05	17.06
	1978	10.16	7.07
Внесение удобрений	1977	4.04	17.04
	1978	29.11.77	30.04
Прореживание всходов	1977	19—20.05	—
	1978	23—24.05	—
Прополка сорняков	1977	19—20.05	13—14.06
	1978	23—24.05	9.06
Борьба с вредителями	1977	7.05	3.07
	1978	25.05	4.07
Поливы	1977	26—29.05	21—28.06
	1978	13—17.06	7—10.07
Чеканка	1977	15.08	—
	1978	14—15.08	—
Дефолиация	1977	20.09	—
	1978	16.09	—
Уборка урожая	1977	17.09	10.10
	1978	21.09	4.10

сеялками-удобрителями из расчета 350—400 кг/га, остальные — в период вегетации. По зяби, после разбивки участка на делянки, глыбистость пашни выравнивали путем чизелевания с тяжелой малой. Весной следующего года нарезались гряды и гребни с помощью окучников культиватора. Весной по зяби проводили влагозарядковый (предпосевной) полив.

На гладком поле (контроль) влагозарядковый полив осуществляли напуском с затоплением, на гребнях — с подачей воды в каждую борозду, на грядах — через борозду. По мере поспевания почвы, примерно через 6—8 дней, на контрольных делянках проводили предпосевную обработку — выравнивали поля, боронова-

Таблица 3

(1977—1978 гг.)

проведен в						
3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
3.06	6.06	15.06	3.07	8.07	27.07	
23.06	25.06	18.07	19.07	8—9.08		
11.07	1.03					
26.07	16.08					
22.05	15.06	8.07				
17.05	31.05	9.06	7.07			
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
8.07	—	—	—	—	—	—
1—2.07	—	—	—	—	—	—
9.07	29.70	—	—	—	—	—
6.08	—	—	—	—	—	—
14—19.07	6—9.08	—	—	—	—	—
27—31.07	17—20.08	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
17.10	5.11	—	—	—	—	—
15.10	8.11	—	—	—	—	—

ние с малованием 2—3 раза в двух направлениях, чизелевание с малованием также в двух направлениях, малование с боронованием в два следа. Затем высевали хлопчатник — во всех вариантах опыта в один день сорт Ташкент-1.

В 1977—1980 гг. годовая норма минеральных удобрений составила для азота 180—200 кг/га, для фосфора — 80—110 кг/га.

Калийные удобрения применяли только в 1980 г. в колхозе им. Энгельса из расчета 50 кг/га.

Около 70% фосфорных удобрений вносили перед посевом, остальную часть — в периоды бутонизации (15—20%) и массового цветения (10—15%). Азотные удобрения — в периоды бутонизации (100—130 кг/га) и массового цветения (80—90 кг/га), т. е. перед первым и вторым поливами. Органические удобрения (навоз) употребляли только в колхозе им. Энгельса в 1979 и 1980 гг. в количестве 5—10 т/га перед чизелеванием. За период вегетации были проведены 1 предпосевной (влагозарядковый) и 4—5 вегетационных поливов.

В полевых опытах и производственных испытаниях во все годы осуществлялись 7—8 междурядных обработок, 4 раза — нарезка борозд.

Посев как на грядах и гребнях, так и на гладком поле — хлопковой сеялкой СТХ-3,6.

Хлопчатник прореживали после появления первых настоящих листочков, на каждом погонном метре оставляли по 12—13 растений. К концу вегетации оставалось по 90—110 тыс. растений на одном гектаре. Во все годы в опытах хлопчатник чеканили и обрабатывали против сельхозвредителей (3—4 раза), а также 3 раза выпалывали сорняки.

Во все годы опытов во второй половине сентября осуществлялась дефолиация хлопчатника бутифосом.

Урожай хлопка-сырца во все годы собирали вручную. Перечень агротехнических работ в полевых опытах представлен в табл. 3.

Глава III. ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ, РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА (по данным вегетационных опытов)

Водно-физические свойства почв

Плотность сложения почвы — один из основных факторов, определяющих уровень ее эффективного плодородия. От этого фактора зависят водный, воздушный, тепловой, питательный режимы и микробиологическая деятельность. Плотность почвы оказывает большое влияние на развитие корневой системы растений. Это подтверждается результатами вегетационного опыта, проведенного в условиях староорошаемой луговой почвы Бухарского оазиса.

Плотность сложения пахотного горизонта оказывает значительное влияние на водно-физические свойства почвы (табл. 4). С увеличением плотности от 1,1 до 1,6 г/см³ снижается общая пористость. Так, например, величина общей пористости почвы при 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4 г/см³ равна соответственно 60,0; 55,9; 52,3 и 48,6% объема, при 1,5 и 1,6 г/см³ — 44,9 и 41,2%.

В вариантах с послойной плотностью общая пористость почвы также уменьшается с возрастанием плотности слоев. При плотностях 1,2+1,4; 1,2+1,6 и 1,3+1,6 г/см³ общая пористость составляет соответственно 52,3; 48,6; 46,7% объема.

С изменением плотности сложения и общей пористости резко уменьшаются водоудерживающая способность почвы и ее аэрация.

Уменьшение содержания влаги в уплотненной почве, как отмечает Н. А. Соколовская (1968), объясняется снижением водоудерживающей способности, обусловленной увеличением ее плотности и связанной с ней уменьшением общей пористости почвы. По ее данным, по мере увеличения плотности сложения почвы уменьшается объем крупных пор (менее 60—30 мкм), где больше всего удерживается свободная влага, а количество пор диаметром менее 10 мкм с уплотнением почвы изменяется мало.

Поры аэрации при влажности 70% ПВ и плотности 1,1 и 1,4 г/см³ составляют соответственно 31,3 и 17,7%, а при 1,5 и 1,6 г/см³ — 16,0 и 14,4% объема почвы. С увеличением плотности выше 1,3 г/см³ поры аэрации снижаются до 18,9% общей пористости, что, по мнению Н. А. Качинского (1965), недостаточно для нормального развития растений. Наименьшее количество пор аэрации при влажности 80% ПВ отмечено в вариантах 1,5 и

1,6 г/см³ (11,9 и 10,6%) с некоторым увеличением их при 1,3 и 1,4 г/см³ (15,4 и 13,3%).

Наибольшее количество пор аэрации достигается при плотности 1,1 г/см³ (27,2%). Однако в полевых условиях такие высокие показатели отмечаются редко — временно после пахоты. После осадков и вегетационных поливов число пор аэрации снижается.

В вариантах с послойной плотностью (влажность 70 и

Таблица 4

Влияние плотности сложения пахотного горизонта на водно-физические свойства староорошаемой луговой почвы

Плотность почвы, г/см ³	Общая пористость, %	Поры аэрации от ПВ, %			Капиллярная влагоемкость (КВ), %		Полная влагоемкость (ПВ), %		Влажность от ПВ (от объема), %		
		100	80	70	к массе	к объему	к массе	%	100	80	70
1,1	60,0	20,7	27,2	31,3	28,8	31,7	37,3	41,0	39,3	32,8	28,7
1,2	55,9	13,0	19,5	24,0	30,4	36,5	37,9	45,6	42,9	36,4	31,9
1,3	52,3	6,2	15,4	18,9	30,8	40,1	35,5	46,1	46,1	36,9	32,3
1,4	48,6	6,2	13,3	17,7	28,9	40,5	31,5	44,1	42,4	35,3	30,9
1,5	44,9	3,6	11,9	16,0	25,7	38,6	27,5	41,3	41,3	33,0	28,9
1,6	41,2	3,0	10,6	14,4	18,5	29,6	23,9	38,2	38,2	30,6	26,7
1,2+1,4	52,3	9,6	16,3	20,8	30,8	40,1	34,6	45,0	42,7	36,0	31,5
1,2+1,6	48,6	8,0	13,2	17,7	28,9	40,5	31,6	44,2	40,5	35,4	30,9
1,3+1,6	46,7	4,6	12,5	26,7	26,3	38,1	29,5	42,8	42,2	34,2	30,0

80% ПВ) по мере увеличения плотности слоев количество пор аэрации также снижается.

Величина капиллярной влагоемкости (КВ) зависит от плотности сложения почвы. С увеличением плотности от 1,1 до 1,3 г/см³ величина КВ нарастала и составила соответственно 28,8 и 30,8%; с увеличением плотности до 1,4; 1,5 и 1,6 г/см³ она уменьшалась соответственно до 28,9; 25,7 и 18,5% массы. Капиллярная влагоемкость также повышалась: при плотности от 1,1 до 1,4 г/см³ достигла 31,7—40,5% объема; при 1,5 и 1,6 г/см³ — снижалась до 38,6 и 29,6%. Необходимо отметить, что КВ к объему при плотности 1,3 и 1,4 г/см³ была почти одинаковой.

В вариантах с двухслойной плотностью наблюдалась такая же закономерность.

Полная влагоемкость (ПВ) была наибольшей при рыхлом сложении почвы, 1,1 и 1,2 г/см³ — 37,3 и 37,9% к массе. С увеличением плотности от 1,4 до 1,6 г/см³ она снизилась с 31,5 до 23,9%.

В вариантах с послойной плотностью по мере увеличения плотности слоев влагоемкость уменьшалась. Полная влагоемкость

(ПВ), выраженная к объему почвы, наибольшая в вариантах с плотностью от 1,2 до 1,4 г/см³, особенно при плотности 1,3 г/см³—41,0—46,1%; наименьшая — при 1,6 г/см³ (табл. 4).

Из табл. 4 видно, что влажность почвы при 70 и 80% от ПВ (к объему) возрастала с увеличением ее плотности: от 28,7 (влажность 70%) и 32,8 (влажность 80%) (плотность 1,1 г/см³) до 32,8 и 36,9% (плотность 1,3 г/см³). С увеличением плотности сложения от 1,4 до 1,6 г/см³ ее показатели снова уменьшаются, составляя при 1,6 г/см³ 26,7% (влажность 70%) и 30,6% (влажность 80%).

И. Б. Ревут (1961) указывает, что каждой почве соответствует своя равновесная плотность, которая больше всего зависит от механического состава, содержания органических веществ и структурности почв, не зависит от характера обработки почвы. За равновесную принимается та плотность, которую почва приобретает к концу вегетации растений.

С. И. Долгов и С. А. Модина (1969) считают, что почвы в течение вегетации растений за счет набухания при увлажнении и высыхания при рыхлении, а также рыхления корневой системой стремятся к своей равновесной плотности. Причем, созданная в начале опыта рыхлая плотность стремится к этой величине за счет уплотнения почвы, а высокая — за счет разуплотнения. Такой точки зрения придерживаются Э. Ф. Яковлева-Морозова (1969), Д. К. Азамова (1979). Это положение подтверждается и результатами наших исследований, полученных в вегетационном опыте.

После набивки	Объемная масса почвы, г/см ³			
	После первого полива	Цветение	Плодообразование	Конец вегетации
1,10	1,22	1,25	1,29	1,30
1,20	1,26	1,28	1,35	1,34
1,30	1,32	1,32	1,37	1,35
1,40	1,40	1,36	1,37	1,37
1,50	1,50	1,46	1,46	1,45
1,60	1,60	1,57	1,56	1,56
1,20+1,40	1,33	1,33	1,39	1,39
1,20+1,60	1,43	1,42	1,47	1,45
1,30+1,60	1,42	1,44	1,46	1,45
1,20/80%	1,27	1,34	1,37	1,35
1,60/ПВ	1,60	1,55	1,54	1,54

Из данных видно, что в вариантах 1,10 до 1,30 г/см³ за вегетацию хлопчатника плотность пахотного постепенно увеличивалась, причем больше — в вариантах с более рыхлым сложением (1,10 и 1,20 г/см³). В варианте, где плотность почвы в момент закладки опыта была равна 1,10 г/см³, после первого полива она повышалась до 1,22 г/см³, а к концу вегетации хлопчатника — до 1,30 г/см³, т. е. рыхлая почва под влиянием вегетационных поливов приобретала наибольшую усадку. Плотность 1,20 и 1,3 г/см³ после первого полива возрастала соответственно до 1,26 и 1,32 г/см³.

Наибольшее увеличение плотности наблюдалось после первого полива хлопчатника, затем она постепенно уменьшалась.

Г. И. Павлов (1930), А. Ф. Устинович (1937), Н. К. Балябо (1954), А. К. Кашкаров, А. Джураев (1964), В. П. Кондратюк (1965, 1972), Ж. Икрамов, Э. Ф. Яковлева (1974), М. В. Мухамеджанов (1978) и другие также установили, что в полевых условиях уплотнение почвы происходит в основном под влиянием предпосевной обработки и первого полива.

Плотность почвы в вариантах 1,40—1,60 г/см³ после первого полива почти не изменялась. В период цветения хлопчатника наблюдалось разуплотнение почвы, однако очень незначительное (0,03—0,04 г/см³). Например, плотность почвы в момент закладки опыта была равна 1,40 г/см³, в период цветения хлопчатника уменьшилась до 1,36 г/см³, в период образования плодоеlementов и к концу вегетации составила 1,37 г/см³. В варианте 1,5 г/см³ в период вегетации хлопчатника также снизилась до 1,45—1,46 г/см³, а в варианте 1,60 г/см³ — до 1,57—1,56 г/см³.

Такая же закономерность наблюдалась с послойным уплотнением. В варианте 1,20 г/см³ (влажность 80% ПВ) почва несколько уплотнилась, а в варианте 1,60 г/см³, наоборот, происходило некоторое разуплотнение.

В вегетационном опыте на староорошаемой луговой почве Бухарского оазиса равновесная плотность близка к 1,35—1,37 г/см³. Этих величин она достигает в период плодообразования хлопчатника в том случае, если начальная плотность была меньше этих показателей или почва имела наименьшее уплотнение (1,10—1,30 г/см³). Однако при высоких плотностях сложения (1,50—1,60 г/см³), массе 30—32 кг и объеме 20 л почва не может достигнуть равновесной плотности из-за недостаточности объема для свободного набухания, разуплотнения и нормального проникновения корневой системы; при рыхлом ее сложении (1,2 и 1,3 г/см³) масса гораздо меньше объема (22,5—25,9 кг).

Во все периоды наблюдений с возрастанием плотности сложения влажность почвы в целом уменьшается (табл. 5). Так, в период цветения наибольшая влажность (15—17%) отмечена в вариантах от 1,1 до 1,3 г/см³, а в вариантах 1,5 и 1,6 г/см³ влажность составила соответственно 13 и 14%. В вариантах с двухслойной плотностью с увеличением плотности почвы влажность также уменьшается.

Влажность почвы в варианте 1,2 г/см³ при поливе до 80% ПВ за весь период вегетации хлопчатника была значительно выше (20—26%), чем при поливе до 70% ПВ (15—17%). То же отмечено и при плотности 1,6 г/см³, но разница между ними небольшая. Например, за весь период вегетации хлопчатника влажность почвы при поливе 70% ПВ составила 9—15%, при 80% ПВ она равнялась 10—15%.

Питательный режим и микрофлора

В. В. Копержинский (1939) отмечает, что даже небольшое уплотнение почвы нарушает нормальное течение биологических процессов и приводит к снижению поступления азота и фосфора в ра-

Таблица 5

Влажность почвы в период вегетации хлопчатника

Плотность почвы, г/см ³	Глубина, см	Появление настоящих листочков (27.05)	Бутонизация (24.06)	Цветение (25.07)	Плодообразование (2.08)	Конец вегетации (11.10)
70% ПВ						
1,1	0—15	12,0	15,1	15,0	13,3	11,5
	15—30	22,2	20,3	16,3	15,2	13,4
1,2	0—15	17,1	17,7	15,6	14,2	12,4
	15—30	10,9	11,5	15,7	14,9	12,6
1,3	0—15	18,9	20,2	17,8	16,7	13,8
	15—30	14,9	15,8	16,8	15,8	13,2
1,4	0—15	11,7	12,5	15,7	16,1	10,9
	15—30	17,4	16,4	14,2	14,4	12,1
1,5	0—15	14,5	14,4	15,0	15,2	11,5
	15—30	12,2	11,6	14,3	18,7	9,8
1,6	0—15	17,3	18,5	15,3	12,4	12,6
	15—30	14,7	15,0	14,8	15,5	11,2
1,2+1,4	0—15	12,9	12,9	14,5	13,9	9,2
	15—30	17,4	17,0	11,5	13,1	9,4
1,2+1,6	0—15	15,1	15,0	13,0	13,5	9,3
	15—30	14,1	11,0	14,0	11,7	9,1
1,3+1,6	0—15	16,9	13,0	13,5	12,7	9,7
	15—30	15,5	12,0	13,7	12,2	9,4
1,2	0—15	13,7	13,6	17,6	16,1	10,8
	15—30	20,0	20,9	20,4	13,0	12,6
1,6	0—15	16,8	17,2	19,0	14,5	11,7
	15—30	—	12,8	13,1	13,1	10,3
1,2+1,6	0—15	19,7	18,4	14,8	13,8	12,2
	15—30	16,2	15,7	14,0	15,4	11,2
1,3+1,6	0—15	12,8	11,3	12,7	14,9	9,5
	15—30	18,1	15,8	13,4	12,3	10,3
1,2	0—15	15,4	14,1	13,1	13,6	9,9
	15—30	—	—	—	—	—
80% ПВ						
1,2	0—15	Не опр.	18,7	25,0	21,1	12,8
	15—30	—	24,6	27,3	19,4	15,3
1,6	0—15	—	21,6	26,1	20,2	14,1
	15—30	—	13,3	14,4	13,8	9,1
1,2	0—15	—	16,6	14,4	12,0	10,6
	15—30	—	15,0	14,4	12,9	9,8

Примечание. Влажность определяли перед поливами.

стення. Э. Ф. Яковлева-Морозова (1969), Д. К. Азамова (1979) также установили, что с увеличением плотности сложения почвы уменьшается содержание нитратной формы азота.

В наших вегетационных и полевых опытах на староорошаемой луговой почве Бухарского оазиса оптимальные водно-физические, воздушные, тепловые, микробиологические условия и благоприятный питательный режим для нормального роста и развития хлопчатника создаются при плотности в интервале от 1,2 до 1,4 г/см³.

В начальной фазе развития хлопчатника наибольшее содержание нитратных форм азота отмечено в верхней части пахотного слоя (0—15 см), с увеличением плотности сложения количество нитратов уменьшается (от 15,85 до 8,9 мг/кг); в слое 0—30 см от 1,2 до 1,5 г/см³ они распределены более равномерно, а при плотности 1,6 г/см³ их содержание наименьшее (5,06 мг/кг) (табл. 6).

Нитратных форм азота также заметно меньше в варианте с послойным уплотнением 1,3+1,6 г/см³ (4,34 мг/кг).

Описанная выше картина в основном сохранялась и в период бутонизации. При этом в большинстве вариантов значительная часть нитратов находилась во второй половине пахотного слоя (15—30 см), а в верхней части (0—15 см) — почти в 2 раза меньше.

При плотности от 1,1 до 1,4 г/см³ в период цветения нитратного азота больше в верхней части (0—15) пахотного слоя, как и в начальной фазе развития хлопчатника.

Благоприятные условия для интенсивного образования нитратного азота и использования его мощно развитой корневой системой хлопчатника создавались от 1,2 до 1,4 г/см³, особенно 1,3 г/см³.

В варианте 1,2 г/см³ при поливе хлопчатника 80% ПВ нитратный азот использовался лучше, чем при поливе 70% ПВ. Необходимо отметить, что с увеличением плотности сложения почвы нитратный азот плохо усваивается растениями.

В период плодообразования с увеличением плотности пахотного горизонта содержание нитратного азота несколько возрастало, что связано с меньшим усвоением его корневой системой хлопчатника.

Внесенные в почву в период цветения хлопчатника азотные удобрения в наибольшей степени усваивались в период плодообразования. Как и следовало ожидать, нитратные формы азота лучше всего использовались растениями в вариантах с оптимальной плотностью (1,2—1,4 г/см³): в период созревания нитраты в почве не обнаруживались или отмечены в незначительном количестве.

Наименьшее содержание нитратов отмечено в варианте с послойным уплотнением (1,3+1,6 г/см³). Большое количество их обнаружено при 1,6 г/см³, особенно в варианте, где полив проводился при влажности 70% ПВ.

Сравнивая эти данные следует отметить, что нитраты лучше используются хлопчатником при поливах 80% ПВ даже при высокой плотности сложения пахотного горизонта.

Таблица 6

Динамика содержания питательных элементов (мг/кг) в зависимости от плотности сложения почвы

Плотность почвы, г/см	Глубина, см	N-NO ₃					N-NH ₄				
		появление пастбищных листочков (27.05)	бутонизация (24.06)	цветение (25.07)	плодообразование (2.08)	конец вегетации (11.10)	появление пастбищных листочков (27.05)	бутонизация (24.06)	цветение (25.07)	плодообразование (2.08)	конец вегетации (11.10)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
70% ПВ											
1,1	0-15	15,85	10,80	34,37	20,01	10,18	16,00	19,10	10,58	15,13	9,31
	15-30	2,31	22,75	13,80	39,28	Следы	16,44	20,03	20,35	15,67	8,70
1,2	0-15	9,08	16,77	24,10	23,64	5,10	16,22	19,56	20,43	15,40	9,01
	15-30	11,19	11,88	30,42	2,04	1,37	16,97	19,45	19,74	19,97	1,00
1,3	0-15	2,45	29,02	4,95	3,14	1,49	16,46	18,30	22,10	24,46	Следы
	0-30	6,72	20,45	17,68	2,59	1,48	16,71	18,87	20,92	22,21	8,92
1,4	0-15	10,41	9,07	7,10	7,30	Следы	17,94	24,34	18,52	19,19	7,76
	15-30	2,73	9,42	7,01	31,38	Следы	16,76	20,76	24,77	14,90	8,34
1,5	0-15	6,57	9,24	7,03	19,34	Следы	17,35	22,35	21,64	17,04	7,76
	15-30	14,11	17,01	6,60	6,32	1,62	15,52	21,72	15,92	9,19	8,32
1,6	0-15	2,57	14,94	22,10	45,34	Следы	18,12	17,41	19,90	15,21	8,04
	0-30	8,34	15,97	14,35	25,83	Следы	16,82	19,57	17,91	12,20	6,79
1,2+1,4	0-15	9,66	7,67	7,01	27,25	Следы	17,94	20,22	8,89	5,40	6,79
	15-30	4,66	25,73	34,36	60,00	Следы	16,76	20,58	15,38	16,08	8,54
1,2+1,6	0-15	7,16	16,70	20,70	43,63	Следы	17,35	20,40	12,14	10,74	7,66
	0-30	8,91	12,90	23,95	22,67	Следы	18,15	21,81	14,99	14,33	6,79
1,2+1,6	0-15	1,21	5,50	10,32	67,50	Следы	16,31	18,33	15,07	12,29	6,79
	15-30	5,06	9,20	17,13	45,08	Следы	17,23	20,07	15,03	13,31	6,79
1,2+1,6	0-15	11,55	16,72	31,10	3,41	Следы	16,85	19,39	14,91	11,88	6,79
	15-30	2,20	11,20	1,86	41,24	Следы	17,19	19,27	20,22	15,60	7,57
1,2+1,6	0-15	6,87	14,00	16,48	22,32	Следы	17,02	19,33	17,57	13,74	7,18
	15-30	16,50	8,75	5,11	2,65	Следы	16,97	18,96	19,80	17,82	6,79
1,2+1,6	0-15	2,35	21,53	20,27	5,95	Следы	16,75	17,41	21,75	19,63	5,82
	0-30	9,42	15,14	12,69	4,30	Следы	16,86	18,18	20,77	18,74	6,30

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.3+1.6	0-15 15-30 0-30	7,00 1,68 4,34	17,18 23,02 20,10	26,67 33,74 30,25	3,44 3,15 3,25	1,41 1,41 1,41	19,40 17,96 18,68	20,74 19,97 20,36	15,23 14,60 14,91	19,35 14,26 16,80	5,82 6,79 6,30
1.2	0-15 15-30 0-30	He опр.	7,84 6,33 7,08	1,02 Следы	3,97 26,87 15,42	He He He	He опр.	17,24 17,46 17,35	17,64 14,16 15,90	19,52 24,02 21,77	6,67 6,45 6,06
1.6	0-15 15-30 0-30	.	5,33 13,51 9,42	33,44 28,07 30,76	31,38 42,83 37,11	25,03 12,29 18,16	.	17,82 17,56 17,54	14,45 14,91 14,68	15,44 16,16 15,80	5,82 6,79 6,30
Исходный	0-30	2,31					17,78				
1.1	0-15 15-30 0-30	80% ПВ	P ₂ O ₅						K ₂ O		
1.2	0-15 15-30 0-30	80,6 47,8 64,2	67,4 71,0 69,2	63,3 54,5 58,9	68,7 69,5 69,1	23,4 17,7 20,6	199 148 173	192 139 165	137 122 129	160 131 146	163 106 134
1.3	0-15 15-30 0-30	86,5 61,1 73,8	86,5 71,0 78,8	60,7 57,6 59,1	54,9 58,1 56,5	21,2 14,0 17,6	187 168 178	215 139 177	152 125 138	129 127 128	125 106 115
1.4	0-15 15-30 0-30	67,1 72,8 69,9	64,9 66,9 65,9	58,6 57,5 58,1	60,7 59,6 60,3	27,0 13,2 20,1	194 176 185	191 140 165	136 130 133	126 131 130	134 107 121
1.5	0-15 15-30 0-30	64,2 66,7 55,9	63,7 74,7 76,0	65,4 67,4 67,4	61,7 62,0 69,2	27,3 22,5 25,7	215 155 185	220 158 189	163 129 146	125 126 126	155 115 135
1.6	0-15 15-30 0-30	62,2 59,1 61,7	72,8 74,4 65,6	67,4 67,4 70,2	68,2 90,3 70,8	22,0 23,8 41,1	192 171 182	181 188 208	163 151 179	132 151 215	137 166 184
	0-30	51,9 56,8	60,2 62,9	70,2 70,2	70,8 80,5	32,7 36,9	161 164	212 210	172 176	196 205	183 184

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.2+1.4	0-15 15-30 0-30	79,3 52,6 66,0	84,2 64,1 74,2	53,5 46,6 50,1	54,5 44,6 49,5	25,2 13,1 19,1	182 165 173	186 140 163	119 113 116	147 106 126	127 106 117
1.2+1.6	0-15 15-30 0-30	66,6 52,6 59,6	75,4 57,6 66,5	60,2 48,7 54,4	54,0 49,1 51,5	23,8 14,5 19,1	175 157 166	181 158 169	131 118 125	120 131 130	135 161 148
1.3+1.6	0-15 15-30 0-30	60,2 35,9 48,1	56,9 67,8 62,3	60,2 62,3 61,2	61,2 64,9 63,1	29,1 12,5 20,8	175 153 164	177 155 166	131 156 143	130 152 141	166 135 151
1.2	0-15 15-30 0-30	He опр.	71,6 54,4 63,0	58,2 59,2 58,7	58,1 63,2 60,6	19,8 14,9 17,3	He опр.	165 130 147	104 102 103	123 144 134	115 104 110
1.6	0-15 15-30 0-30	.	85,0 66,3 75,6	70,2 53,3 61,1	70,2 54,2 62,2	23,8 36,0 29,9	.	188 167 178	147 154 150	176 179 177	166 171 168
Исходный	0-30	28,1					159				

В начальной фазе развития хлопчатника аммиачный азот в почве по всем вариантам был распределен равномерно, в последующие периоды содержание его снижалось, особенно к концу вегетации. Лучшее всего он использовался хлопчатником в варианте 1,2 г/см³.

В начальный период вегетации хлопчатника при плотности от 1,1 до 1,4 г/см³ зафиксировано наибольшее содержание подвижного фосфора. С увеличением плотности количество его заметно снижалось, особенно при 1,6 г/см³.

В период бутонизации во всех вариантах опыта содержание фосфора несколько увеличилось. В последующие фазы развития (цветение, плодообразование) лучшее использование фосфора хлопчатником наблюдалось от 1,2 до 1,4 г/см³, а при 1,6 г/см³ усвоение его шло плохо.

К концу вегетации хлопчатника при плотности от 1,1 до 1,5 г/см³, а также в вариантах с послойным уплотнением фосфор был распределен более или менее равномерно.

В варианте 1,6 г/см³, где полив проводился при 80% ПВ, отмечалось лучшее использование фосфорной кислоты, чем в том же варианте и поливе при влажности 70% ПВ.

Наибольшее содержание подвижного калия зафиксировано в период появления настоящих листочков при плотности от 1,1 до 1,5 г/см³, а наименьшее — при плотности 1,6 г/см³.

Лучшее использование хлопчатником калия отмечалось от 1,2 до 1,5 г/см³, худшее — при 1,6 г/см³. Такая же закономерность наблюдалась и в вариантах с двухслойной плотностью. Содержание калия в варианте 1,2 г/см³ и поливе 80% и 70% ПВ за весь период вегетации хлопчатника было почти одинаковое, а с плотностью сложения 1,6 г/см³ при поливе 80% ПВ — больше.

Е. П. Мишустин (1972) отмечает, что если почвы долгое время не обрабатываются, то в них из-за недостаточной аэрации появляются вещества, токсичные для микроорганизмов. Обработка почвы обычно активизирует деятельность микроорганизмов.

Плотность почвы оказывает весьма существенное влияние на развитие микрофлоры. По мере увеличения плотности сильно изменяются ее общее число и качественный состав. По данным А. Л. Торопкиной (1969), наилучшее развитие микрофлоры наблюдается на орошаемых светлых сероземах при плотности 1,0—1,2 г/см³, на орошаемых типичных сероземах среднесуглинистого механического состава — 1,2—1,3 г/см³, на тяжелосуглинистых их разностях — 1,0—1,1 г/см³. Усиленное развитие микроорганизмов связано в основном с высокой аэрацией.

Данные Э. Ф. Яковлевой-Морозовой (1969), Д. К. Азамовой (1979), М. У. Умарова, Ж. Икрамова (1979) подтверждают заключение, сделанное А. Л. Торопкиной. По нашим наблюдениям, наибольшее количество микроорганизмов, растущих на среде с органическим источником азота, отмечалось при плотности 1,1 и 1,3 г/см³ (39,2—39,6 тыс.). По мере увеличения плотности пахотно-

Плотность почвы, г/см ³ при заклад- ке опыта	в период цветения хлопчатника	Влажность почвы, % к массе	к объему	Бактерии на МПА, тыс. на 1 г почвы	Бактерии на ККА, тыс. на 1 г почвы
1,1	1,25	15,6	18,5	39,200	56,355
1,3	1,32	15,0	19,8	39,615	47,530
1,4	1,36	14,8	20,1	22,650	35,930
1,6	1,57	13,8	21,7	11,920	19,190
1,2+1,4	1,33	19,0	25,3	13,270	28,350
1,2+1,6	1,42	14,0	19,9	9,700	21,115

го горизонта число микроорганизмов снижается, особенно резко в варианте с 1,6 г/см³. Здесь их было в 3—4 раза меньше (11,9 тыс.), чем при 1,1 и 1,3 г/см³. В вариантах с послойным уплотнением, особенно 1,2+1,6 г/см³, количество микроорганизмов было самым низким (9,7 тыс.).

Плотность почвы оказывала существенное влияние также на количество бактерий, развивающихся с использованием минеральных форм азота (КАА). Эти группы микроорганизмов оказались весьма чувствительными к изменениям плотности почвы. Наибольшее число микроорганизмов наблюдалось при плотности 1,1 г/см³ (56,4 тыс.).

С увеличением плотности сложения количество бактерий резко уменьшилось. Так, при 1,6 г/см³ оно составляло 19,19 тыс. В вариантах с послойным уплотнением бактерий оказалось несколько больше, чем при плотности 1,6 г/см³.

Таким образом, рыхлое сложение почвы способствует развитию микрофлоры, перерабатывающей органические вещества и обеспечивающей растения питательными элементами.

Водопотребление хлопчатника и испарение влаги с поверхности почвы

С. И. Долгов (1937), Б. Д. Михайлов (1955), А. И. Каспиров (1958) установили, что распыленная с глыбистой поверхностью почва больше испаряет влаги, чем агрегированная. По данным Э. Ф. Яковлевой-Морозовой (1969), чем плотнее почва, тем выше испарение.

М. М. Абрамова (1956), Б. Н. Мичурин (1957, 1968), А. К. Атаманюк (1964), Н. А. Соколовская (1968), Э. Ф. Яковлева-Морозова (1969, 1979), С. И. Долгов, С. А. Модина (1969), И. Б. Ревут (1972), Л. А. Инкин (1973) выявили, что с возрастанием плотности сложения почвы резко увеличивается число неактивных пор и уменьшается содержание доступной для растений влаги.

Б. Н. Мичурин (1968) указывает, что при полевой влагоемкости в почве объемной массой 1,0 г/см³ содержание доступной влаги составляет 18% объема, при плотности 1,3 г/см³ — почти в 2 раза меньше (11%), а при увеличении до 1,5—1,6 г/см³ остается недоступная или труднодоступная влага (6—9%). Такое содер-

жание влаги равно максимальной гигроскопичности (МГ) почвы (% объема) или ВЗ (% к массе). Кроме того, в рыхлых почвах больше некапиллярных пор и межагрегатное пространство замедляет капиллярное насыщение влаги или переход ее от одного агрегата к другому.

При высокой плотности сложения, которая обычно образуется вследствие трамбовки или обработки сельскохозяйственными машинами, резко уменьшается общая пористость, число активных пор и увеличивается количество мелких неактивных пор (менее 10 мкм). По данным Н. А. Качинского (1965), через такие поры плохо проникают или не проникают корневые волоски растений. При высокой плотности почвы из-за отсутствия условий для хорошего развития и глубокого проникновения корней (они сосредотачиваются в основном в верхнем, 0—10, 0—15 см слое) и в результате слабой подвижности влаги уменьшается водопотребление растений. Заметно ослабляется подток свободной влаги по неактивным порам к испаряющей поверхности почвы и потеря воды на испарение, а при подаче воды только снизу практически отсутствует, так как капиллярное поднятие в тонких порах почти прекращается (рис. 2).

За вегетационный период в вариантах с однослойной плотностью больше всего было влито воды в сосуды с плотностями 1,2; 1,3; 1,4 г/см³ — соответственно 200, 211 и 191 л/сосуд. При 1,1; 1,5 г/см³ израсходовано по 178 л/сосуд. Наименьшее потребление воды зафиксировано при 1,6 г/см³ — 89 л/сосуд, что в два с лишним раза меньше, чем в других вариантах.

В вариантах 1,2 и 1,6 г/см³ при поливе 80% ПВ количество влитой воды было значительно больше, чем при 70% ПВ, — составило соответственно 244 и 144 л/сосуд. Особенно большая разница в водопотреблении отмечалась при 1,6 г/см³: полив 80% ПВ — 144 л/сосуд, 70% ПВ — 89 л/сосуд. В вариантах с двухслойными плотностями почвы за счет более облегченных верхних слоев водопотребление было значительно больше при 1,2+1,4 г/см³ и 1,2+1,6 г/см³ (213—214 л/сосуд), чем при 1,3+1,6 г/см³ (176 л/сосуд).

Испарение воды с поверхности почвы также зависит от плотности почвы. За 125 дней, с 1 июня по 20 сентября, испарение воды при плотности почвы 1,3 г/см³ составило 49,15 л/сосуд, при

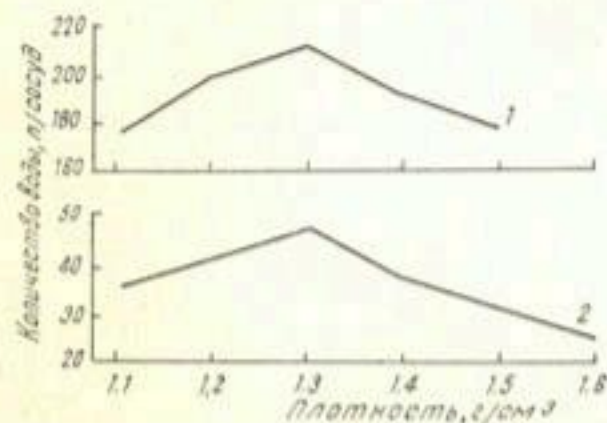


Рис. 2. Количество воды, влитой на каждый сосуд (1), и испарение влаги с поверхности почвы (2).

1,1 и 1,4 г/см³ несколько меньше — 36,75 и 39,09 л/сосуд. Наименьшее испарение зафиксировано при плотности 1,6 г/см³ — 25,87 л/сосуд. В вариантах с двухслойными плотностями почвы 1,2+1,4 и 1,2+1,6 г/см³ испарение воды с поверхности почвы составило соответственно 39,56 и 41,40 л/сосуд.

В условиях вегетационных опытов при высоких плотностях почвы резко уменьшается ее влагоемкость и, особенно, содержание активной влаги за счет увеличения неактивных пор, которые, как

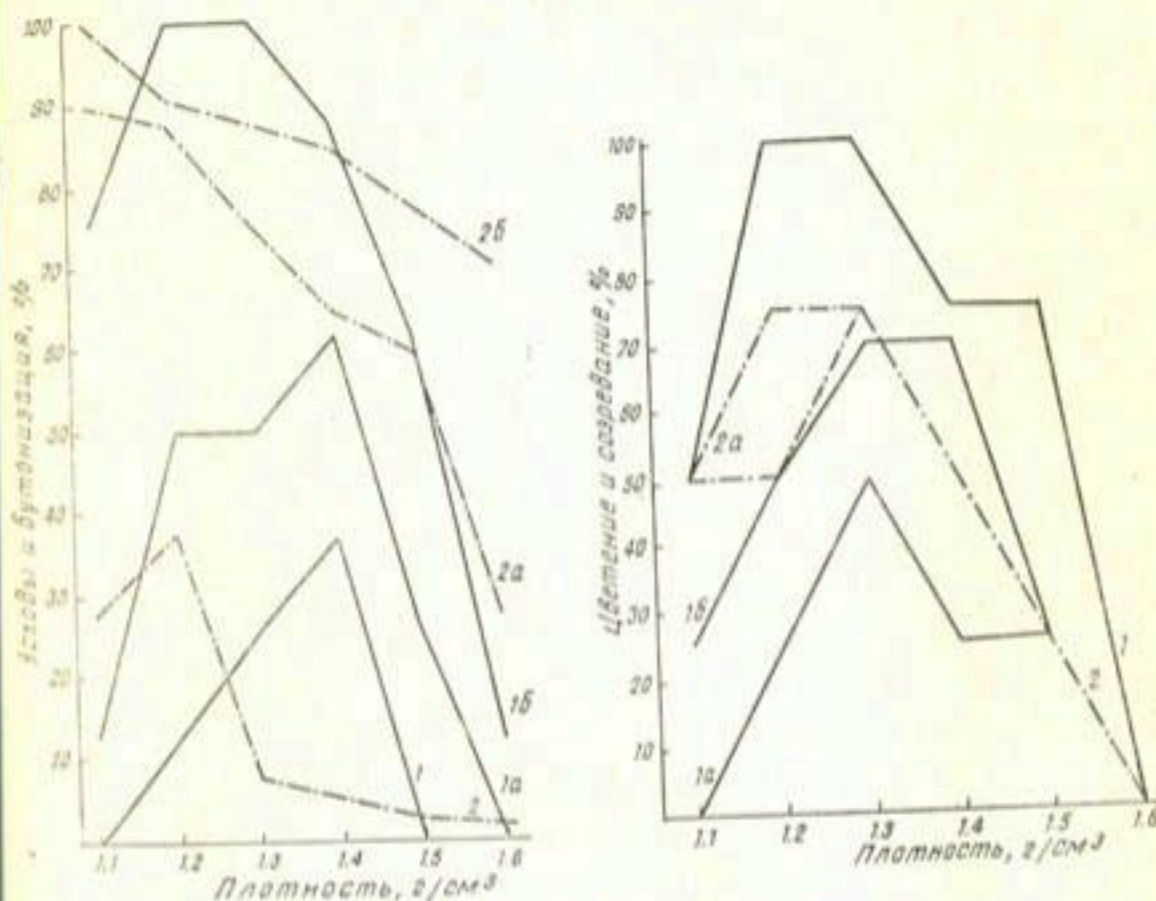


Рис. 3. Динамика всходов и бутонизации хлопчатника в зависимости от плотности почвы.

1 — всходы, 18. 04, 1a — 19. 06, 1b — 21. 06; 2 — бутонизация, 16. 05, 2a — 18. 05, 2b — 20. 05.

Рис. 4. Динамика цветения и созревания хлопчатника в зависимости от плотности почвы.

1 — цветение, 13. 07; 1a — 11. 07; 1b — 12. 07; 2 — созревание, 18. 08; 2a — 17. 08.

указывает А. А. Роде (1965), усиливают трение в тонких порах. Следовательно, в плотной почве создаются условия, препятствующие подъему свободной влаги к поверхности. Растения хуже снабжаются водой, отмечается большее испарение влаги с поверхности.

Во всех вариантах опыта испарение было более интенсивным в самый жаркий период вегетации хлопчатника (июль).

Рост и развитие хлопчатника

Различная плотность пахотного горизонта оказывает существенное влияние не только на физические и водно-воздушные свойства, питательный режим почвы, деятельность микроорганизмов, но и на темп появления всходов, рост и развитие хлопчатника. С увеличением плотности наблюдается большое отставание в появлении всходов.

Как видно из рис. 3 (посев 14 мая), ранние и дружные всходы наблюдались при более рыхлом сложении пахотного слоя почвы (1,1 и 1,2 г/см³), наибольший процент всходов отмечен на 4-й день после посева (87—90%), за исключением варианта 1,1 г/см³, где 100% всходов появилось на 6-й день.

Наибольшее количество всходов в вариантах 1,1 и 1,2 г/см³ получено 19.05, тогда как при плотности 1,6 г/см³ — на 8 дней позже.

В вариантах с двухслойной плотностью 1,2+1,4 г/см³ и 1,2+1,6 г/см³ наиболее ранние всходы отмечены на 3-й день после посева. В последующие дни эта разница в темпе выравнивалась, однако 100% всходов в варианте 1,2+1,4 г/см³ было зафиксировано на 3 дня раньше, чем в варианте 1,2+1,6 г/см³.

Почти такая же закономерность отмечена в динамике бутонизации. Наибольшее количество бутонов 18.06 отмечено при плотности 1,4 г/см³ (37,5%), наименьшее — при 1,3 и 1,2 г/см³ (25 и 12%). В других вариантах в этот срок образования бутонов еще не наблюдалось. 20.06 наибольшее количество бутонов (62—88%) зафиксировано также в вариантах 1,2—1,5 г/см³, минимальное — при плотности 1,1 г/см³ (25%). Образование бутонов в варианте 1,6 г/см³ в этот срок еще не отмечалось. Отставание в этом варианте сохранилось долго. Так, 22.06 образование бутонов здесь составило 25%, тогда как в остальных вариантах отмечено 100% бутонизации.

Более ранняя бутонизация зарегистрирована и в вариантах с послойным уплотнением (1,2+1,4 г/см³; 1,2+1,6 и 1,3+1,6 г/см³): 18.06 она составила 25%, 21—22.06 — 100%.

Дружная бутонизация наблюдалась в варианте 1,2 г/см³ при поливе 80% ПВ — 22.06 достигла 100%. При плотности 1,6 г/см³ 22.06 образование бутонов еще не наблюдалось, 25.06 составило 50% и лишь 6.07 — 100%.

Более раннее цветение хлопчатника отмечено в вариантах 1,2 и 1,3 г/см³, несколько позже — при 1,4 и 1,5 г/см³ (рис. 4).

При плотности 1,1 г/см³ и, особенно, 1,6 г/см³, цветение сильно задерживалось. Так, 13 и 14.07, когда в отдельных вариантах отмечалось 100% цветение, в варианте 1,1 г/см³ цветение еще не наступило и 100% цветение отмечено 17.07, в варианте 1,6 г/см³ — 20.07.

В вариантах с двухслойным уплотнением начало цветения несколько задерживалось при плотностях 1,2+1,4 г/см³, но в после-

дующем это отставание нивелировалось. Однако 13.07 при 100% цветении в варианте 1,2+1,6 г/см³, в 1,2+1,4 и 1,3+1,6 г/см³ зафиксировано всего 50%; при 1,3+1,6 г/см³ 100% цветение отмечалось 15.07.

В варианте 1,2 г/см³ при поливе 70% ПВ цветение наступило раньше, чем при поливе 80%. При этом значительное затягивание цветения отмечено с плотностью 1,6 г/см³: 16.07 оно составило 25% и достигло 100% только 22.07. Отставание по сравнению с вариантом 1,2 г/см³ составило 7 дней.

Начало созревания коробочек наступило раньше всего в варианте 1,4 г/см³ (рис. 4). В дальнейшем при 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4 г/см³ оно выравнивалось и только 20.08 в вариантах 1,2 и 1,4 г/см³ составило 100%. При плотности 1,1 г/см³ 100% созревание наступило на 4 дня позже. В варианте 1,6 г/см³ созревание коробочек сильно задерживалось: 100% созревание наступило 2.09, в то время как в остальных вариантах оно закончилось не позднее 24.08.

В вариантах с двухслойной плотностью созревание коробочек наступает почти одновременно с вариантами однослойного уплотнения, однако 100% созревание отмечено на 1—2 дня позже.

В варианте с плотностью 1,2 г/см³ при поливе от влажности 80% созревание коробочек хотя начинается раньше, но 100% созревает значительно позже, чем при поливе от влажности 70%. Таким образом, на темпах созревания коробочек кроме плотности сложения отрицательно сказывается и повышенная влажность почвы в течение вегетации.

Наибольший рост растений как в начале, так и в последующие периоды вегетации отмечался от 1,1 до 1,3 г/см³. Здесь высота

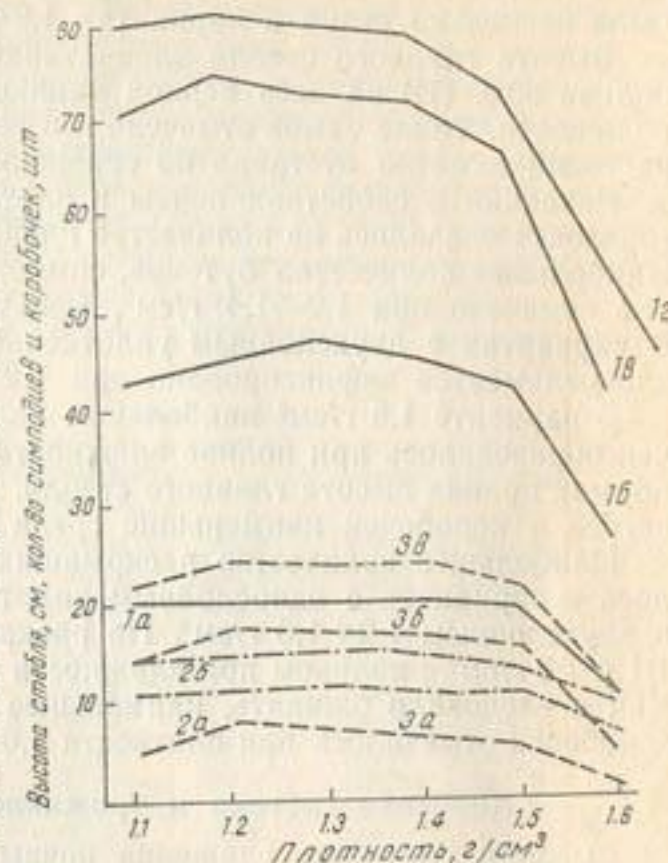


Рис. 5. Высота стеблей, количество симподиев и коробочек на одном растении хлопчатника в зависимости от плотности почвы.

1 — высота стеблей: 1а — 15.06, 1б — 15.07, 1в — 25.07, 1г — 5.09; 2 — количество симподиев: 2а — 15.07, 2б — 25.08; 3 — количество коробочек: 3а — 25.07, 3б — 5.08, 3в — 25.08.

главного стебля достигала 5.06 14,1—15,2 см, 5.08 — 77—81 см (рис. 5). Наибольшее отставание в росте наблюдалось в варианте 1,6 г/см³: высота главного стебля составила соответственно 9 и 45 см.

В интервале 1,1 г/см³—1,5 г/см³ наилучшие для роста растений 1,2—1,4 г/см³. При послойном уплотнении высота главного стебля была несколько выше в вариантах 1,2+1,4 г/см³ и 1,2+1,6 г/см³.

Высота главного стебля хлопчатника в варианте 1,2 г/см³ при поливе 80% ПВ за весь период наблюдений выше, чем при 70% влажности. То же самое отмечено и в варианте 1,6 г/см³, хотя рост растений заметно отставал по сравнению с другими вариантами.

Различия в свойствах почвы и плотности сложения пахотного горизонта сказались на количестве плодоеlementов и урожайности. Наибольшее количество бутонов, симподиальных ветвей и коробочек отмечено при 1,2—1,4 г/см³, меньшее — при 1,1 и 1,5 г/см³. В вариантах с двухслойным уплотнением наибольшее количество плодоеlementов зафиксировано при 1,2+1,4 и 1,2+1,6 г/см³.

В варианте 1,6 г/см³ наибольшее количество бутонов и коробочек образовалось при поливе влажностью 80%. Однако при обеих нормах полива высота главного стебля, количество симподиальных ветвей и коробочек наименьшие среди изученных вариантов.

Наибольшее количество раскрывшихся коробочек 5.09 отмечалось в вариантах с однослойным уплотнением от 1,2 до 1,4 г/см³ и двухслойным 1,2+1,6 г/см³. По раскрытию коробочек варианты 1,1 и 1,5 г/см³ с поливом при влажности 80% несколько отставали. Как и следовало ожидать, наименьшее количество раскрывшихся коробочек отмечалось при плотности 1,6 г/см³ и влажности 70%.

Корневая система и урожайность хлопчатника

Высокая плотность сложения почвы препятствует перемещению корней в глубокие слои, что отрицательно сказывается на росте и развитии надземных частей хлопчатника (Allison, 1956; Яковлева-Морозова, 1969; Мухамеджанов, Сулейманов, 1978; Азамова, 1979; и др.).

В условиях орошаемого земледелия при наличии плужной подшвы плотность сложения достигает 1,6 г/см³ и больше. Корни сельскохозяйственных растений встречают сильное препятствие и плохо используют питательные элементы подпахотных слоев (Рыжов, Дурновцев, Устинович, 1938; Мухамеджанов, 1974, 1978).

Р. А. Красноухова, И. П. Икоев (по Мухамеджанову, Сулейманову, 1978) в вегетационных опытах с хлопчатником сорта 108-Ф установили, что при плотности 1,3 г/см³, которая является оптимальной для роста растений, главный корень хлопчатника имел округленную форму. Такое строение наблюдалось как при низкой, так и при высокой влажности почвы. При плотности 1,6 г/см³ округлость главного корня сохранялась лишь при высокой (80%) влажности почвы. В условиях низко обеспеченного водой фона (60% ПВ) главный корень принимал овальную форму.

В наших опытах корни хлопчатника с большим трудом преодолевали уплотненный горизонт почвы, а когда проникали в него, то плохо развивались из-за недостаточности кислорода и питательных веществ. При более рыхлом сложении питательный режим и обеспечение корневой системы кислородом улучшались.

По данным Э. Ф. Яковлевой-Морозовой (1969), В. П. Кондратюка (1972), основная масса корней хлопчатника сосредотачивается над поверхностью уплотненного слоя (0—10 см) почвы.

По исследованиям Н. Allison (1956), в глинистых почвах при объемной массе 1,6 и 1,7 г/см³ корни растений не развивались.

Мы также показали, что развитие корней прямо зависит от плотности сложения почвы. Масса корней хлопчатника по мере возрастания плотности почвы от 1,1 до 1,3 г/см³ увеличивается, составляя соответственно 41,7 и 50,4 г, при плотности до 1,6 г/см³ развитие корневой системы резко подавляется (18,0 г).

Приводим сухую массу корней хлопчатника в зависимости от плотности сложения почвы.

Плотность почвы, г/см ³	Сухая масса, г						
	в начале плодоя. в бутонизации	стебли и листья	корней	хлопок-сырец	надземной массы	общая	
1,1	3,5	89,6	91,0	41,7	121,3	301,9	343,6
1,2	4,5	95,2	95,0	46,5	136,7	326,9	373,4
1,3	5,0	95,4	98,2	50,4	144,5	338,1	388,5
1,4	4,8	92,7	91,7	50,2	123,6	308,0	358,2
1,5	4,0	78,1	86,7	43,4	106,5	271,8	314,7
1,6	1,5	35,5	31,4	18,0	49,7	116,2	134,6
1,2+1,4	4,3	93,8	99,2	48,3	145,8	338,8	387,1
1,2+1,6	5,2	88,6	102,4	48,2	139,0	330,0	378,2
1,3+1,6	4,7	74,7	77,9	40,4	102,4	255,0	295,4
1,2) 80%	4,2	97,8	108,7	54,2	157,6	363,9	418,1
1,6) ПВ	1,3	65,9	69,7	40,0	105,8	331,4	271,4

При двухслойном уплотнении, как в варианте 1,2+1,4 г/см³, так и 1,2+1,6 г/см³, корневая система хлопчатника развивалась значительно лучше, образовалось большее число корешков, сухая масса составила 48 г.

Самая большая масса корней отмечена при поливе 80% ПВ даже при плотности 1,6 г/см³ (70%—18 г, 80%—40 г). В варианте 1,2 г/см³ корневая масса также была значительно выше при влажности 80% (54,2 г), чем при влажности 70% (46,5 г). Корни хлопчатника лучше развиваются в интервале плотности от 1,2 до 1,4 г/см³.

Большая сухая надземная масса также накапливается в интервале плотности от 1,2 до 1,4 г/см³ (338—308 г). При плотности почвы 1,2 г/см³ и влажности 80% отмечена наибольшая надземная масса—364 г. При плотности 1,5 г/см³ и выше (271 г), особенно 1,6 г/см³, надземная масса заметно уменьшается (117 г). В вариантах с послойным уплотнением почвы 1,2+1,4 и 1,2+1,6 г/см³ сухая надземная масса хлопчатника несколько увеличивалась,

составляя соответственно 339 г и 330, при 1,3+1,6 г/см³ значительно уменьшалась (255 г).

В вариантах 1,2 и 1,6 г/см³ при влажности 70 и 80% сухая надземная масса составила соответственно 364 и 231 г, особенно

Урожай хлопка-сырца одного растения в зависимости от плотности

Плотность почвы, г/см ³	Сбор, г							
	1-й		2-й		3-й		4-й	
	одной коробочки	одного растения	одной коробочки	одного растения	одной коробочки	одного растения	одной коробочки	одного растения
1,1	4,62	43,20	4,90	31,77	4,88	19,70	4,74	14,95
1,2	5,47	66,48	5,71	38,98	5,59	23,23	5,35	10,70
1,3	5,89	61,03	6,00	43,18	5,61	30,82	5,70	7,30
1,4	5,28	62,58	5,26	36,43	5,61	32,95	5,85	7,67
1,5	4,85	48,67	5,14	29,56	5,12	28,53	3,36	10,62
1,6	4,22	11,95	5,15	11,38	5,17	24,50	4,97	6,56
1,2+1,4	5,00	65,13	5,77	42,47	5,57	20,82	5,16	17,40
1,2+1,6	5,54	78,02	6,08	25,00	5,64	31,95	5,52	8,15
1,3+1,6	5,14	48,88	5,83	34,15	5,42	18,43	3,90	3,90
1,2 } 80%	5,40	54,95	5,48	50,42	5,43	48,05	4,16	6,72
1,6 } ПВ	5,08	13,63	5,30	21,30	5,60	37,97	4,87	30,00

Примечание. Здесь и в табл. 26 t — отношение разности к ошибке менее 5%, НСР — наименьшая существенная разность для 5% уровня значимости.

заметное накопление сухой массы (почти в 1,5 раза больше) отмечается при плотности 1,6 г/см³ (231 г) и влажности 80% (117 г).

Наибольший валовой урожай собран в варианте 1,2 г/см³, где полив проводился при влажности 80% ПВ, однако масса 1-го сбора хлопка-сырца была значительно меньше, чем в вариантах 1,2 до 1,4 г/см³ при поливе 70% ПВ (табл. 7). Наиболее высокими по урожайности следует считать варианты с плотностью сложения 1,2 и 1,3 г/см³ при влажности 70% ПВ. Здесь общая масса урожая хлопка-сырца на одно растение составила 137—144 г, а средняя масса одной коробочки колебалась от 5,5 до 5,8 г. С двухслойными плотностями сложения наибольший урожай хлопка-сырца получен в вариантах 1,2+1,4 и 1,2+1,6 г/см³ — общая масса составила соответственно 139 и 146 г, около 75% урожая было собрано за первые 2 сбора.

По мере увеличения плотности урожай хлопка-сырца уменьшается. Так, при 1,1 г/см³ собрано 121 г, при 1,6 г/см³ — 50 г, т. е. в два с лишним раза меньше.

Урожай хлопка-сырца в вариантах с самым рыхлым сложением (1,1 г/см³) и двухслойным уплотнением (1,3+1,6 г/см³) составил соответственно 121 и 102 г. Во всех вариантах опыта, за исключе-

нием 1,6 г/см³, при влажности 80% весь урожай хлопка-сырца собран до наступления заморозков. В варианте 1,6 г/см³ и влажности в течение вегетации 80% ПВ общий урожай хлопка-сырца был в 2 раза больше, чем при влажности 70%. Однако созревание

Таблица 7

сложения пахотного горизонта

Урожайность по повторным сборам, г/сосу				Сбор, %				Средняя масса одной коробочки, г	Урожай хлопка- сырца, г	t	P , %	НСР _{0,95} , г/сосу
1	2	3	4	1-й	2-й	3-й	4-й					
109,5	121,9	132,4	121,2	39,4	29,0	18,0	13,6	4,78	121,3	3,47	3,0	20,5
132,6	138,9	138,4	136,9	47,7	28,0	16,7	7,7	5,54	136,7	4,50	0,5	4,5
143,3	143,9	146,2	144,1	42,9	30,3	21,1	5,1	5,78	144,5	—	—	3,1
125,2	125,2	122,2	123,8	123,4	44,1	26,1	23,6	5,41	123,6	16,08	0,1	2,7
108,9	110,2	106,7	106,5	41,5	26,2	24,3	9,0	5,15	106,5	11,80	0,1	8,5
48,9	50,3	48,4	45,4	22,0	20,9	45,0	12,1	4,94	49,7	37,77	0,1	7,2
151,6	140,2	146,7	144,8	44,5	29,1	14,5	11,9	5,37	145,8	6,07	0,1	7,8
144,6	138,0	134,3	139,3	54,5	17,5	22,3	5,7	5,71	139,0	14,06	0,1	7,0
103,3	104,8	107,3	94,3	46,4	32,4	17,5	3,7	5,39	102,4	14,20	0,1	8,8
162,8	159,8	132,9	155,1	43,3	31,5	30,0	4,2	5,12	157,6	6,97	0,1	6,3
105,5	102,2	109,7	105,6	12,4	19,4	34,6	27,3	4,72	105,8	17,64	0,1	19,7

разности, P — уровень значимости или вероятность превзойти данное значение t .

коробочек в первом случае задерживалось и около 70% урожая было собрано за 3-й и 4-й сборы, а часть урожая — после заморозков в виде курака.

Статистическая обработка урожайных данных по схеме Перегудова-Снедекора (1961) и Доспехову (1968) показала, что во всех вариантах опыта полученные материалы достоверны.

Таким образом, для староорошаемых луговых почв, развитых на мощных агроирригационных наносах Бухарского оазиса, оптимальная плотность сложения — 1,2—1,4 г/см³, критическая — 1,6 г/см³. Пахотный горизонт изучаемой почвы обладает следующими показателями: общая пористость — 46—60%, поры аэрации — 18—31%, капиллярная влагоемкость — 32—40% к объему, полная влагоемкость — 41—46% к объему. Наибольшее количество питательных элементов, микроорганизмов и корневых систем хлопчатника отмечено в интервале плотности сложения от 1,2 до 1,4 г/см³.

Наибольший расход воды на транспирацию наблюдается в вариантах с оптимальной плотностью почв, что связано с наилучшим развитием растений.

Увеличение плотности сложения пахотного горизонта до

1,5 г/см³ и, особенно, до 1,6 г/см³ вызывает резкое ухудшение водо-физических, воздушных свойств почвы, биологической активности и подвижности питательных веществ, а также угнетение корневой системы и снижение урожайности хлопчатника.

Поливы хлопчатника при влажности 80% ПВ по сравнению с 70% даже в случае 1,6 г/см³ улучшают рост и развитие хлопчатника, обуславливают увеличение урожая хлопка-сырца. Однако при этом отмечается отставание в созревании коробочек.

В вариантах с двухслойными плотностями лучшие почвенные условия, а также рост и развитие хлопчатника зафиксированы при 1,2+1,4 и 1,2+1,6 г/см³.

Глава IV. СОЗДАНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ ПОД ХЛОПЧАТНИКОМ

(по данным полевых опытов)

Физические свойства почвы пахотного горизонта

Гряды и гребни, как было отмечено выше, мы нарезали осенью и весной окучками культиватора на 90 см. Средняя высота гряд и гребней со дна борозды после закладки опыта составила на грядах 29,0—30,1 см, на гребнях — 29,2—30,6 см. После предпосевного полива их высота несколько снижалась — соответственно до 23,1—25,4 см и 23,4—25,0 см. Приводим данные.

Срок замера	1977 г., весна		1978 г.			
	гряды	гребни	гряды		гребни	
			весна	осень	весна	осень
После закладки опыта	29,0	29,2	29,0	30,1	29,2	30,6
После запасного полива	23,1	23,4	24,6	25,4	24,5	25,0

В опыте особый интерес представляет сравнение плотности сложения пахотного горизонта почвы при новой технологии подготовки земель к посеву хлопчатника с обычным севом по гладкому полю.

На грядах и гребнях в пределах пахотного и, частично, подпахотного горизонтов объемная масса характеризовалась довольно низкими величинами (1,08—1,31 г/см³), некоторое увеличение ее (до 1,39—1,42 г/см³) отмечалось в слое 40—50 см (табл. 8).

Способы подготовки почвы к посеву хлопчатника влияли на плотность ее сложения. Наибольшее уплотнение отмечено при посеве по гладкому полю: после закладки опыта в пахотном горизонте — 1,16—1,31 г/см³; после посева хлопчатника в слое 20—50 см — до 1,38—1,48 г/см³. В последующие периоды развития хлопчатника, особенно после 2-го и 3-го поливов, плотность сложения в этом варианте оставалась довольно высокой и в слое 20—50 см составляла 1,40—1,48 г/см³. К концу вегетации она еще больше уплотнилась — до 1,44—1,50 г/см³.

На грядах и гребнях после посева хлопчатника плотность пахотного горизонта по сравнению с исходным состоянием несколь-

Таблица 8

Динамика плотности сложения почвы, г/см³

Вариант	Глубина, см	После закладки опыта	После посева хлопчатника	После полива			В конце вегетации хлопчатника
				1-го	2-го	3-го	
Весенняя закладка							
1977 г.							
Контроль	0—10	1,27	1,16	1,20	1,25	1,30	1,32
	10—20	1,31	1,28	1,35	1,40	1,42	1,38
	20—30	1,31	1,42	1,40	1,44	1,44	1,44
	30—40	1,28	1,46	1,43	1,47	1,45	1,46
	40—50	1,39	1,42	1,43	1,44	1,46	1,48
Гряды	0—10	1,08	1,25	1,21	1,21	1,19	1,12
	10—20	1,11	1,24	1,27	1,24	1,26	1,27
	20—30	1,24	1,30	1,33	1,28	1,34	1,30
	30—40	1,31	1,31	1,33	1,34	1,32	1,32
	40—50	1,35	1,41	1,40	1,37	1,39	1,38
Гребни	0—10	1,16	1,22	1,19	1,19	1,15	1,15
	10—20	1,21	1,19	1,21	1,21	1,26	1,28
	20—30	1,14	1,22	1,23	1,23	1,35	1,36
	30—40	1,28	1,24	1,33	1,34	1,36	1,37
	40—50	1,42	1,41	1,41	1,40	1,41	1,43
1978 г.							
Контроль	0—10	1,16	1,23	1,28	1,32	1,43	1,36
	10—20	1,22	1,29	1,36	1,39	1,43	1,45
	20—30	1,23	1,38	1,43	1,43	1,43	1,50
	30—40	1,25	1,47	1,45	1,45	1,48	1,50
	40—50	1,40	1,48	1,46	1,46	1,48	1,45
Гряды	0—10	1,18	1,13	1,12	1,17	1,15	1,24
	10—20	1,23	1,26	1,21	1,27	1,32	1,28
	20—30	1,23	1,25	1,25	1,27	1,34	1,30
	30—40	1,24	1,29	1,26	1,25	1,34	1,34
	40—50	1,24	1,41	1,37	1,36	1,35	1,39
Гребни	0—10	1,13	1,13	1,15	1,16	1,13	1,29
	10—20	1,20	1,28	1,31	1,28	1,29	1,34
	20—30	1,24	1,34	1,31	1,32	1,28	1,34
	30—40	1,25	1,35	1,30	1,26	1,28	1,35
	40—50	1,22	1,45	1,37	1,39	1,42	1,41
Осенняя закладка							
Гряды	0—10	1,10	1,19	1,19	1,17	1,15	1,24
	10—20	1,26	1,29	1,24	1,26	1,32	1,35
	20—30	1,25	1,32	1,30	1,32	1,33	1,34
	30—40	1,25	1,30	1,32	1,34	1,31	1,33
	40—50	1,28	1,40	1,38	1,41	1,45	1,40
Гребни	0—10	1,16	1,16	1,14	1,15	1,16	1,26
	10—20	1,16	1,29	1,22	1,23	1,27	1,29
	20—30	1,22	1,33	1,23	1,31	1,34	1,36
	30—40	1,27	1,34	1,33	1,35	1,34	1,36
	40—50	1,26	1,41	1,38	1,36	1,36	1,41

ко увеличилась. Однако, как после посева, так и в последующие периоды вегетации хлопчатника, не превышала оптимальных величин, составляя 1,13—1,35 г/см³. К концу вегетации она несколько увеличивалась, но находилась в пределах оптимальных величин (1,12—1,36 г/см³).

В условиях староорошаемых луговых почв пустынной зоны гряды и гребни можно нарезать как весной, так и осенью. Плот-

Таблица 9

Крошение пахотного слоя почвы, % массы общей навески

Вариант	Влаж-ность, %	Размер фракций, мм							Сумма фракций, мм		
		>50	50—30	30—10	10—5	5—3	3—0,25	<0,25	>10	10— —0,25	<0,25
После пахоты (25.11)											
Контроль	13,6	7,8	13,2	25,7	14,9	10,0	21,4	7,0	46,7	46,3	7,0
Гряды	15,4	6,6	10,3	26,9	12,1	10,8	24,8	8,5	43,8	47,7	8,5
Гребни	14,3	7,1	10,3	27,3	14,7	11,4	21,7	7,5	44,7	47,8	7,5
После посева (30.04)											
Контроль	17,8	1,4	3,3	12,0	14,1	9,9	37,6	21,7	26,7	51,6	21,7
Гряды	12,9	0,2	18,2	14,6	13,1	11,0	34,6	28,3	33,0	58,7	8,3
Гребни	14,8	6,6	18,2	16,1	13,5	10,3	29,1	6,2	40,9	52,9	6,2
В конце вегетации (24.09)											
Весенняя закладка											
Контроль	9,1	12,8	19,0	19,5	11,2	7,4	20,8	9,3	51,3	39,4	9,3
Гряды	10,5	6,9	7,6	18,4	13,5	9,3	25,1	19,2	32,9	47,9	19,2
Гребни	9,8	6,6	12,1	17,7	12,2	9,7	22,6	18,1	36,4	45,5	18,1
Осенняя закладка											
Гряды	8,6	5,2	9,9	18,1	14,7	10,6	25,3	16,2	33,2	50,6	16,2
Гребни	9,3	6,3	11,5	15,7	13,5	9,0	25,0	19,0	33,5	47,5	19,0

ность сложения почвы на грядах и гребнях осенней закладки в слое 0—40 см в течение вегетации находилась на уровне оптимальных величин (1,10—1,35 г/см³), несколько увеличиваясь (1,40—1,45 г/см³) в слое 40—50 см.

М. Х. Пигулевский (1936), С. Н. Рыжов, А. И. Ефимов (1938), В. Р. Вильямс (1951), П. В. Вершинин (1953, 1958), П. У. Бахтин (1954, 1968), Л. С. Роктанэн (1969) показали, что крошение и распыление почвы — важнейшие технологические показатели при ее обработке. При пахоте наиболее ценными с агрономической точки зрения являются агрегаты размером от 10 до 0,25 мм.

Количество наиболее ценных агрегатов (10—0,25 мм) после вспашки на гладком поле составляло 46,3%, на грядах — 47,7%, на гребнях — 47,8%. Качество пашни было наилучшим при влажности почвы 17—14% массы (табл. 9).

Таблица 10

Макроагрегатный состав почв, сухое просеивание по Н. И. Савинову (% общей навески)

Вариант	Глубина, см	Фракции, мм										Сумма фракций, мм	
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25		>10	<0,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
После посева хлопчатника, весенняя закладка													
Контроль	0-15 15-30 30-50	27,8 41,1 36,6	12,3 8,5 8,4	4,6 7,3 4,9	5,2 5,1 5,6	4,5 3,6 9,7	14,3 10,7 13,0	4,6 4,2 2,9	7,7 6,8 5,5	19,1 13,0 13,4	27,8 41,1 36,6	53,2 45,9 50,0	19,1 13,0 13,4
Гряды	0-15 15-30 30-50	20,5 28,6 23,2	7,6 5,6 7,9	7,1 9,4 6,7	9,6 14,9 10,3	7,9 11,6 7,6	14,6 11,3 13,4	3,9 3,3 5,0	9,1 7,8 8,7	19,7 15,3 15,6	20,5 28,6 23,2	59,8 56,1 63,6	19,7 15,3 13,2
Гребни	0-15 15-30 30-50	24,8 29,5 37,8	10,4 10,3 10,3	8,4 7,5 7,5	10,8 9,9 9,9	7,1 7,1 7,1	9,4 9,6 9,6	3,1 2,8 2,8	6,6 4,5 4,5	14,7 10,5 10,5	29,5 37,8 37,8	55,8 51,7 51,7	14,7 10,5 10,5
Осенняя закладка													
Гряды	0-15 15-30 30-50	16,4 29,1 30,8	6,5 9,4 10,0	5,7 6,8 8,2	9,1 10,5 10,8	8,1 6,5 8,2	18,6 11,0 11,0	3,8 4,0 3,2	10,0 7,4 5,5	21,8 15,3 12,3	16,4 29,1 30,8	61,8 55,6 56,9	21,8 15,3 12,3
Гребни	0-15 15-30 30-50	21,2 24,4 25,4	5,9 9,9 8,2	8,0 7,8 4,7	12,9 10,9 6,5	5,4 7,8 5,3	10,2 12,1 18,7	4,1 6,2 5,6	12,2 7,2 7,7	17,1 13,7 17,9	21,2 24,4 25,4	61,7 61,9 56,7	17,1 13,7 17,9
После первого полива, весенняя закладка													
Контроль	0-15 15-30 30-50	16,5 16,6 18,5	7,0 7,3 6,1	5,8 6,6 6,7	8,3 9,9 9,3	6,1 7,7 7,9	12,0 14,4 13,2	4,3 3,7 5,5	10,1 9,8 10,3	29,9 24,0 22,5	16,5 16,6 18,5	53,6 59,4 59,0	29,9 24,0 24,5
Гряды	0-15 15-30 30-50	26,0 28,7 20,1	7,3 10,6 9,7	6,3 6,7 7,4	9,9 10,5 10,5	7,2 7,0 7,0	10,6 13,3 13,3	3,2 3,1 3,1	8,7 6,3 8,9	19,5 16,8 20,0	26,0 28,7 20,1	54,9 54,5 59,9	19,5 16,8 20,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Гребни	0-15 15-30 30-50	18,9 31,0 32,6	6,0 10,7 11,4	6,0 7,5 8,0	8,3 9,8 10,6	7,4 6,9 7,6	17,1 10,5 10,2	3,0 2,7 3,1	10,3 6,0 5,4	23,0 15,0 11,1	18,9 31,0 32,6	58,1 54,0 56,3	23,0 15,0 11,1
Осенняя закладка													
Гряды	0-15 15-30 30-50	22,3 26,3 21,8	8,1 8,5 8,0	7,1 8,2 8,7	9,2 10,5 12,0	7,0 8,0 8,9	16,7 12,1 15,9	2,8 3,6 3,6	9,1 6,9 7,4	17,7 15,9 13,7	22,3 26,3 21,8	60,0 57,8 64,5	17,7 15,9 13,7
Гребни	0-15 15-30 30-50	15,3 27,8 30,7	6,4 8,0 8,7	6,5 7,1 7,5	9,4 9,0 9,6	6,7 6,7 7,0	17,5 11,0 10,8	3,9 3,1 2,9	11,7 8,3 6,5	22,6 19,0 16,3	15,0 27,8 30,7	62,1 53,2 53,0	12,6 19,0 16,3
В конце вегетации, весенняя закладка													
Контроль	0-15 15-30 30-50	23,5 21,5 25,8	9,2 12,0 9,7	5,9 8,5 7,7	8,3 11,6 10,5	6,8 8,2 7,1	15,0 12,3 11,7	3,1 2,8 3,2	9,7 6,7 7,4	18,5 16,4 16,9	23,5 21,5 25,8	58,0 62,1 57,3	18,5 16,4 16,9
Гряды	0-15 15-30 30-50	20,0 20,7 20,4	8,0 8,9 10,2	6,9 7,6 7,7	10,7 10,6 10,6	9,6 7,8 7,4	17,4 15,3 13,1	2,8 2,6 3,4	8,5 8,2 9,9	16,1 18,2 19,1	20,0 20,4 20,4	63,9 60,5 61,2	16,1 18,2 19,1
Гребни	0-15 15-30 30-50	16,1 25,9 20,5	8,5 10,2 10,1	6,3 8,0 8,6	9,4 10,6 7,2	7,6 7,0 9,1	15,8 11,6 13,4	3,7 2,6 3,4	9,9 6,2 7,9	22,7 17,9 19,8	16,1 25,9 20,5	61,2 56,2 59,7	22,7 17,9 19,8
Осенняя закладка													
Гряды	0-15 15-30 30-50	21,2 27,3 17,2	8,8 10,0 9,8	7,4 8,0 8,2	10,0 10,3 12,2	7,7 7,1 8,8	12,7 12,4 14,0	3,2 1,8 3,1	7,9 6,2 7,7	21,1 16,9 19,0	21,2 27,3 17,2	57,7 55,8 63,8	21,1 16,9 19,0

После посева хлопчатника во всех вариантах опыта увеличилось количество агрономически ценных агрегатов, особенно заметно — на грядах и гребнях (58,7 и 52,9%).

В течение вегетации хлопчатника на грядах и гребнях создавались более благоприятные почвенные условия для разделки пласта, чем на гладком поле. В конце вегетации, когда влажность почвы снижалась до 9,1—10,5%, количество агрономически ценных агрегатов на грядах и гребнях составляло соответственно 45,5 и 50,6%, а в контроле — 39,4%. Следует отметить, что содержание агрономически ценных агрегатов как при весенней закладке, так и осенней было почти одинаково. Это подтверждается результатами сухого просеивания образцов почв по Н. И. Савинову.

После посева хлопчатника количество агрономически ценных агрегатов увеличивалось: в пахотном слое гладкого поля составляло 46—53%, на грядах и гребнях — соответственно 56 и 62% (табл. 10). В подпахотном слое содержание их в контроле равнялось 50%, на грядах — 57—64, на гребнях — 52—57. Такая же картина отмечалась и в последующие сроки. Так, после первого полива на грядах и гребнях агрегаты размером 10—0,25 мм в пахотном слое составляли соответственно 55—62% и 56—58% против 56% в контроле. После первого полива на гладком поле фиксировалось некоторое увеличение содержания пылеватых фракций.

К концу вегетации количество глыбистых комков в подпахотном горизонте увеличивалось: на гладком поле — до 26%, а на грядах и гребнях — всего до 17 и 20%.

Почвы пустынной зоны характеризуются очень низким содержанием водопрочных агрегатов (Гуссак, Рыжов, 1957; Зимина, 1957; Умаров, 1974; и др.).

Увеличение содержания водопрочных агрегатов в почвах происходит вследствие влияния длительного орошения на фоне применения органических удобрений и, особенно, возделывания многолетних трав и внесения полимерных искусственных структурообразователей, в частности серии К (Сидорова и др., 1965; Паганя, 1972, 1982; Рыжов, Слесарева, 1979; и др.).

Содержание водопрочных агрегатов (>0,25 мм) в почве опытного участка, где возделывался хлопчатник, на грядах и гребнях за вегетацию изменилось очень незначительно или практически оставалось на уровне контроля (табл. 11). В 1977 и 1978 гг. количество водопрочных макроагрегатов в пахотном горизонте после посева хлопчатника на гладком поле составляло 1,11—2,13%, на грядах и гребнях — соответственно 1,58 и 4,35%; в подпахотном — на гладком поле 3,86—4,21%, на грядах и гребнях — 1,39 и 3,42%. После поделки гряд и гребней под влиянием механического воздействия орудий обработки отмечалось некоторое распыление агрегатов и, следовательно, увеличение дисперсности почвы. После первого полива количество водопрочных агрегатов на грядах и гребнях увеличилось очень незначительно

(1,59—4,95%, контроль — 1,58—2,88%). В подпахотном горизонте наблюдалось незначительное уменьшение водопрочных агрегатов. В конце вегетации хлопчатника между вариантами заметных различий не наблюдалось.

По рекомендации Н. А. Качинского (1965), на основе данных механического и микроагрегатного анализов почвы можно вычис-

Таблица 11

Содержание водопрочных агрегатов (размером 2—3 мм).
по Г. И. Павлову

Глубина, см	Гладкое поле (контроль)			1977 г. (весенняя закладка)						1978		
				гряды			гребни			контроль		
	> 1 мм	1—0,25 мм	> 0,25 мм	> 1 мм	1—0,25 мм	> 0,25 мм	> 1 мм	1—0,25 мм	> 0,25 мм	> 1 мм	1—0,25 мм	> 0,25 мм
После посева												
0—15	0,24	0,87	1,11	0,47	1,65	2,12	0,38	1,46	1,84	0,20	1,62	1,82
15—30	0,46	1,63	2,09	0,29	1,30	1,59	0,28	1,30	1,58	0,20	1,87	2,07
30—50	0,32	3,67	4,21	0,21	3,20	3,41	0,23	2,15	2,38	0,24	3,12	3,36
После 1-го полива												
0—15	0,38	1,57	1,95	0,29	1,71	2,00	0,32	2,49	2,81	0,34	1,24	1,58
15—30	0,25	2,48	2,73	0,25	2,82	3,07	0,25	2,76	3,01	0,23	2,65	2,88
30—50	0,25	3,39	3,64	0,14	2,38	2,52	0,19	2,78	2,97	0,24	3,50	3,74
В конце вегетации												
0—15	0,19	2,53	2,72	0,23	3,25	3,48	0,36	4,24	4,60	0,18	1,16	1,34
15—30	0,30	3,59	3,89	0,22	2,80	3,02	0,22	2,57	2,79	0,24	1,31	1,55
30—50	0,18	2,24	2,42	0,18	1,54	1,72	0,15	1,44	1,59	0,35	1,23	1,58
После посева												
0—15	0,22	4,13	4,35	0,27	3,28	3,55	0,23	1,12	1,35	0,22	2,54	2,76
15—30	0,36	1,22	1,58	0,21	2,53	2,74	0,36	1,22	1,58	0,16	1,69	1,85
30—50	0,31	1,08	1,39	0,26	3,16	3,42	0,28	2,22	2,50	0,22	2,57	2,79
После 1-го полива												
0—15	0,26	4,69	4,95	0,31	2,94	3,25	0,24	2,45	2,69	0,20	2,03	2,23
15—30	0,34	3,90	4,24	0,35	1,24	1,59	0,21	1,61	1,82	1,62	2,20	3,82
30—50	0,31	2,38	2,69	0,33	2,50	2,83	0,35	1,81	1,16	0,30	1,37	1,67
В конце вегетации												
0—15	0,26	1,66	1,92	0,25	1,55	1,80	0,16	1,70	1,86	0,17	2,13	2,30
5—30	0,30	1,14	1,44	0,2	1,20	1,48	0,23	1,00	1,23	0,30	1,26	1,56
0—50	0,37	3,10	3,47	0,32	1,18	1,50	0,20	2,24	2,44	0,20	2,05	2,25

лять показатели дисперсности, характеризующие потенциальную способность к оструктурированию. Как отмечает автор, чем выше «фактор дисперсности», тем менее прочна микроструктура, а значит и структура почвы.

В условиях пустынной зоны Узбекистана под влиянием орошения, длительного применения хлопково-люцернового севооборота и осуществления правильных агротехнических приемов отме-

чается некоторое улучшение макро- и микроагрегатного состава почвы.

По данным табл. 12, на староорошаемых луговых почвах величина коэффициента дисперсности зависит от приемов обработки. Так, при весенней закладке опыта (после посева хлопчатника) наибольший показатель дисперсности отмечается в слоях 0—15, 15—30 и 30—50 см на гладком поле — 56—76%, тогда как под грядами и гребнями — соответственно 6—4% и 26—41. Аналогичная картина отмечается и в опытах осенней закладки.

Перед посевом хлопчатника на гладком поле проводилась интенсивная предпосевная обработка, в результате чего наблюдалось некоторое разрушение агрегатов и увеличение дисперсности почвы.

Вариант	Глубина, см	После посева, %	В конце вегетации, %
Контроль	0—15	7,74	4,38
	15—30	7,56	4,97
	30—50	5,07	5,86
Гряды	0—15	1,81	1,62
	15—30	1,92	0,34
	30—50	0,83	0,42
Гребни	0—15	1,03	1,47
	15—30	1,09	0,94
	30—50	1,26	0,49

После первого вегетационного полива во всех вариантах опыта под влиянием орошения и механического воздействия наблюдалось некоторое разрушение агрегатов и увеличение дисперсности почвы, особенно на гребнях. Это можно объяснить тем, что на грядах и гребнях, благодаря поддержанию оптимальной плотности сложения происходит нормальное впитывание воды и лучшая ее фильтрация.

На грядах микроагрегаты разрушались значительно меньше, чем на гладком поле и гребнях, так как первый вегетационный полив проводился через междурядье, а на гребнях и гладком поле — в каждую борозду. Однако, несмотря на это, в пахотном горизонте на грядах и гребнях дисперсность была ниже, чем на гладком поле.

К концу вегетации хлопчатника происходит некоторое улучшение микроагрегатного состава почвы и уменьшение коэффициента дисперсности, особенно на грядах и гребнях. Это связано, по-видимому, с интенсивным развитием корневой системы и некоторым разуплотнением почвы, что подтверждается результатами определения дисперсности почвы.

Дисперсность почвы в контроле после посева в пахотном слое была равна 7,74—7,56%, в подпахотном — 5,07%, к концу вегетации в пахотном слое она снизилась до 4,38—4,97%, а в подпахотном несколько увеличилась — до 5,86%. На грядах и гребнях дисперсность почвы снизилась к концу вегетации до 0,34—1,62%. Исключение составил верхний слой (0—15 см) на гребнях, где дисперсность, наоборот, увеличилась (1,47%).

Таблица 12

Микроагрегатный состав почвы за вегетацию хлопчатника, %

Вариант	Глубина, см	Фракции, мм							Сумма истинных микроагрегатов	Коэффициент дисперсности по Качинскому
		>0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
После посева хлопчатника, весенняя закладка										
Контроль	0—15	0,4*	1,9	14,6	34,1	18,6	18,6	11,8	7,1	76,1
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		0,0	—0,1	+1,4	—0,2	+5,7	—3,7	—3,7		
	15—30	0,5	2,0	12,9	24,9	30,6	19,6	9,6		
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		+0,1	0,0	—0,3	—9,4	—117,7	—2,2	—5,9		
Гряды	30—50	0,6	2,2	18,9	30,5	19,4	19,0	9,4	17,8	61,9
		0,1	1,1	9,2	34,6	13,6	24,6	16,8	17,1	55,9
		+0,5	+1,1	+9,7	—4,1	+5,8	—5,6	+7,4		
	0—15	0,3	0,4	39,9	22,8	19,0	11,4	0,2		
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		—0,1	—1,6	+26,7	—11,5	+6,1	—10,3	—9,3		
Гребни	15—30	0,2	1,7	41,4	22,9	24,8	8,1	0,9	32,8	40,0
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5	40,1	5,8
		—0,2	—0,3	+28,2	—11,4	—11,9	—13,6	—14,6		
	30—50	0,5	3,1	16,1	36,3	26,1	16,1	1,8		
		0,1	1,1	9,2	34,6	13,6	24,6	16,8		
		+0,4	+2,0	+6,9	+1,7	+12,5	—8,5	—15,0		
Гряды	0—15	0,2	3,3	18,5	33,5	14,0	24,1	6,4	23,5	10,7
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5	10,1	41,3
		—0,2	+1,3	+5,3	—0,8	+1,1	+2,4	—9,1		
	15—30	0,4	1,9	24,6	36,1	17,7	15,3	4,0		
		0,4	2,0	13,2	34,6	12,9	21,7	15,5		
		0,0	—0,1	+11,4	+1,8	+4,8	—6,4	—11,5		
Гребни	30—50	0,3	4,0	11,0	43,7	17,1	17,0	6,9	18,00	25,8
		0,1	1,1	9,2	34,6	13,6	24,6	16,8	17,5	41,0
		+0,2	+2,9	+1,8	+9,1	+3,5	—7,6	—9,9		
Осенняя закладка										
Гряды	0—15	0,5	2,2	21,5	45,4	16,4	11,4	2,6	23,2	16,8
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		+0,1	+0,2	+8,3	+11,1	+3,5	—10,3	—12,9		
	15—30	0,2	1,7	41,4	22,9	24,8	8,1	0,9		
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		—0,2	—0,3	+28,2	—11,4	+11,9	—13,6	—14,6		
Гребни	30—50	0,5	1,8	14,4	40,9	16,9	24,7	0,8	40,1	5,8
		0,1	1,1	9,2	34,6	13,6	24,6	16,8	16,0	4,8
		+0,4	+0,7	+5,2	+6,3	—13,3	+0,1	—16,0		
	0—15	0,6	1,5	13,9	43,4	15,9	19,6	5,1		
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		+0,2	—0,5	+0,7	+9,1	+3,0	—2,1	—10,4		
Гряды	15—30	0,4	2,0	33,8	41,5	12,4	4,6	5,3	13,0	32,9
		0,4	2,0	13,2	34,3	12,9	21,7	15,5		
		0,0	0,0	+20,6	+7,2	—0,5	—17,1	—10,2		
	30—50	0,3	2,8	11,5	43,1	14,2	24,2	3,9		
		0,1	1,1	9,2	34,6	13,6	24,6	16,8		
		+0,2	+1,7	+2,3	+8,5	+0,6	—0,4	—12,9		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
После первого полива, весенняя закладка											
Контроль	0—15	0.4	2.3	19.5	42.7	15.3	6.4	13.4			
		0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5			
		0.0	+0.3	+ 6.3	+ 8.4	+ 2.4	-15.3	- 2.1	17.4	86.4	
	15—30	0.2	1.1	20.3	44.9	15.9	6.8	10.8			
		0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5			
		-0.2	-0.9	+ 7.1	+10.6	+ 3.0	-14.9	- 4.7	20.7	69.7	
	30—50	0.4	1.9	17.7	39.0	17.9	13.4	9.7			
		0.1	1.1	9.2	34.6	13.6	24.6	16.8			
		+0.3	+0.8	+ 8.5	+ 4.4	+ 4.3	-11.2	- 7.1	18.3	57.7	
	Гряды	0—15	0.4	2.2	21.3	41.6	13.4	14.7	6.4		
			0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5		
			0.0	+0.2	+ 8.1	+ 7.3	+ 0.5	- 7.0	- 9.1	16.1	41.3
15—30		0.4	2.0	21.6	39.9	5.3	26.1	4.7			
		0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5			
		0.0	0.0	+ 8.4	5.6	- 7.1	+ 4.4	-10.8	18.4	30.3	
30—50		0.5	2.2	14.7	38.5	21.7	20.5	1.9			
		0.1	1.1	9.2	34.6	13.6	24.6	16.8			
		+0.4	+1.1	+ 5.5	+ 3.9	- 8.1	- 4.1	-14.9	19.0	11.3	
Гребни		0—15	0.2	2.2	16.4	37.8	14.1	18.0	11.3		
			0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5		
			-0.2	+0.2	+ 3.2	+ 3.5	+ 1.2	- 3.7	- 4.2	8.1	72.9
	15—30	0.4	2.4	16.8	36.9	15.6	22.2	5.7			
		0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5			
		0.0	+0.4	+ 3.6	+ 2.6	+ 2.7	+ 0.5	- 9.8	9.8	36.8	
	30—50	0.2	2.3	14.8	44.77	16.8	9.4	11.8			
		0.1	1.1	9.2	34.6	13.6	24.6	16.8			
		+0.1	-1.2	+ 5.6	+10.1	+ 3.2	-15.2	- 5.0	20.2	70.2	
	Осенняя закладка										
	Гряды	0—15	0.4	2.3	15.8	41.1	12.1	18.0	10.3		
			0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5		
0.0			+0.3	+ 2.6	+ 6.8	- 0.8	- 3.7	- 5.2	9.7	66.4	
15—30		0.4	2.9	11.4	40.3	18.8	21.3	4.9			
		0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5			
		0.0	+0.9	- 1.8	+ 6.0	+ 5.9	- 0.4	-10.6	12.8	31.6	
30—50		0.4	4.0	36.0	23.8	14.7	8.1	13.0			
		0.1	1.1	9.2	34.8	13.6	24.6				
		+0.3	+2.9	+26.8	-10.8	+ 1.1	-16.7	16.8	31.1	77.4	
Гребни		0—15	0.2	2.4	15.9	37.3	13.8	18.8	12.1		
			0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5		
			-0.2	+0.4	+ 2.7	+ 3.0	+ 0.4	- 2.9	- 3.4	6.5	78.7
	15—30	0.5	2.7	13.5	40.3	15.5	16.1	11.4			
		0.4	2.0	13.2	34.3	12.9	21.7	15.5			
		+0.1	+0.7	+ 0.3	+ 6.0	+ 2.6	- 5.6	- 4.1	9.7	73.5	
	30—50	0.4	3.1	18.6	36.4	11.1	19.0	11.4			
		0.1	1.1	9.2	34.6	13.6	24.6	16.8			
		+0.3	+2.0	+ 9.4	+ 1.8	- 2.5	- 5.6	- 5.4	13.5	67.8	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Гряды	30—50	0,3 0,1 +0,2	1,7 1,1 +0,6	14,4 9,2 + 5,2	40,0 34,6 + 5,4	17,0 13,6 13,4	20,1 24,6 — 4,5	6,5 16,8 —10,3	14,8	38,7				
	0—15	0,3 0,4 —0,1	1,7 2,0 —0,3	23,1 13,2 + 9,9	32,7 34,3 — 1,6	22,2 12,9 + 9,3	19,5 21,7 — 2,2	0,5 15,5 —15,0						
	15—30	0,4 0,4 0,0	2,0 2,0 0,0	28,0 13,2 +14,8	34,4 34,3 + 0,1	4,7 12,9 — 8,2	26,9 21,7 + 5,2	3,6 15,5 —11,9			20,1	23,2		
	30—50	0,4 0,1 +0,3	2,0 1,1 +0,9	13,5 9,2 + 4,3	44,2 34,6 + 9,6	18,0 13,6 + 4,4	18,5 24,6 — 6,1	3,4 16,8 —13,4						
	Гребни	0—15	0,5 0,4 +0,1	2,3 2,0 +0,3	16,1 13,2 + 2,9	41,6 34,3 + 7,3	20,8 12,9 + 7,9	15,8 21,7 — 5,8	2,9 15,5 —12,6	18,5	18,7			
		15—30	0,3 0,4 —0,1	2,2 2,0 +0,2	19,7 13,2 + 6,5	38,4 34,3 + 4,1	16,1 12,9 + 3,2	18,5 21,7 — 3,2	4,8 15,5 —10,7			14,0	31,0	
		30—50	0,2 0,1 +0,1	2,1 1,1 +1,0	13,3 9,2 + 4,1	44,4 34,6 + 9,8	19,0 13,6 + 5,4	19,3 24,6 — 5,3	1,7 16,8 —15,1	20,4	10,1			
		Осенняя закладка												
		Гряды	0—15	0,4 0,4 0,0	1,8 2,6 —0,2	14,9 13,2 + 1,7	49,2 34,3 +14,9	24,5 12,9 +11,6	7,7 21,7 —14,0	1,5 15,5 —14,0	28,2	9,7		
			15—30	0,5 0,4 +0,1	2,0 2,0 0,0	15,9 13,2 + 2,7	36,2 34,3 + 1,9	25,1 12,9 +12,2	12,8 21,7 — 8,9	7,5 15,5 — 8,0			16,9	48,4
			30—50	0,4 0,1 +0,3	1,7 1,1 +0,6	20,4 9,2 +11,2	34,5 34,6 — 0,1	35,2 13,6 +21,6	1,6 24,6 —23,0	6,2 16,8 —10,6				
			Гребни	0—15	0,4 0,4 0,0	1,9 2,0 —0,1	18,0 13,2 + 4,8	44,0 34,3 + 9,7	31,7 12,9 +18,8	2,0 21,7 —19,7			2,0 15,5 —13,5	33,3
15—30				0,4 0,4 0,0	1,7 2,0 —0,3	11,9 13,2 — 1,3	38,7 34,3 + 4,4	22,5 12,9 + 9,6	19,9 21,7 — 1,8	4,9 15,5 —10,6	14,0	31,6		
30—50				0,3 0,1 +0,2	1,8 1,1 +0,7	27,9 9,2 +18,7	32,8 34,6 — 1,8	17,8 13,6 + 4,2	15,8 24,6 — 8,8	3,6 16,8 —13,2			23,8	21,4

Примечание: * 1-я строка — данные микроагрегатного анализа, 2-я — данные механического анализа, 3-я — разность между агрегатными величинами.

В условиях Средней Азии образование почвенной корки обусловлено недостаточным содержанием в почве органических веществ и водонепроницаемых агрегатов, а также ливневыми дождями, выпадающими весной.

Н. И. Горбунов, Н. Е. Бекаревич (1955) установили, что отсутствие прочной структуры ведет к образованию мощной и злостной почвенной корки.

А. И. Каспиров (1958) отмечает, что трещины, образовавшиеся в заплывшем слое почвы, довольно часто препятствуют развитию горизонтальной корневой системы растений и вызывают механические повреждения.

Э. Д. Рассел (1955), характеризуя свойства различных фракций, считает, что почвы, содержащие 40% песка и более, склонны образовывать на поверхности твердую корку.

По данным С. Н. Рыжова, В. П. Кондратюка, Ю. А. Погосова (1980), в разные годы исследований толщина почвенной корки на гладком поле достигала 17,3—29,2 мм, наименьшая ее величина отмечена на грядах и гребнях — 9,5—11,2 мм.

Это подтверждается и нашими данными. Наиболее мощная корка образовалась на гладком поле — ее масса составила 993 г, наименьшая, независимо от сроков закладки опыта, — на грядах и гребнях (442—511 г).

Водные свойства почвы

При рассмотрении различных способов подготовки почвы к посеву хлопчатника мы уделили значительное внимание водным свойствам и режиму влажности. В частности, определяли степень капиллярного увлажнения почвы при поливах, изменение режима влажности между вегетационными поливами и за всю вегетацию.

В годы проведения полевых опытов поливная норма была неодинакова (табл. 13). За два года расход воды на гладком поле и гребнях был больше, чем на грядах. Так как на грядах предпосевной (влагозарядковый) и первый вегетационный поливы проводились через междурядье, то продолжительность их была примерно одинаковой. В 1977 г. нормы поливов по сравнению с ранее установленными (от 700—800 до 900—1000 м³/га) по гидромодульному районированию были больше, а в 1987 г. поливы проводились почти по норме весь период вегетации хлопчатника.

За вегетацию хлопчатника лучший водный режим с более рациональным расходом влаги создавался на грядах и гребнях (табл. 14, 15).

В 1977 г. на грядах и гребнях влажность почвы в слое 0—30 см после посева была несколько ниже, чем на гладком поле, однако ее было достаточно для получения дружных всходов. В 1978 г. во всех вариантах влажность почвы была одинакова в основном до первого полива.

В 1977 г. на гладком поле влажность после первого полива на 5-й день была выше, чем на грядах и гребнях. Это подтверждается тем, что здесь поливная норма оказалась большей и только к 10-му дню разница выравнивалась и это положение сохранялось до 2-го полива. В опыте 1978 г., хотя поливная норма во всех вариантах была почти одинаковой, влажность во все периоды наблюдений была больше на грядах и гребнях, чем на гладком поле.

В период вегетации под грядами и гребнями создавался более благоприятный режим влажности как после поливов, так и между ними. Влажность почвы в корнеобитаемом слое (0—70 и 0—100 см) в 1977 г. перед поливами опускалась ниже 60% наименьшей (полевой) влагоемкости. Это было вызвано временным отсутствием воды в оросительном канале, из-за чего поливы проводились на 5—10 дней позже. В 1978 г. такое явление во всех ва-

Таблица 13

Расход поливной воды, м³/га (1977 и 1978 гг.)

Вариант	Полив					Всего
	предпосев- ной	1-й	2-й	3-й	4-й	
1977 г. Весенняя закладка						
Контроль	2418	1428	1965	1771	1412	8994
Гряды	1256	1333	1838	1679	1324	7430
Гребни	1325	1258	1908	1847	1387	8225
1978 г. Весенняя закладка						
Контроль	1700	1308	1077	681	Не опр.	4766
Гряды	1254	791	966	782	:	3793
Гребни	1355	1106	1189	977	:	4527
Осенняя закладка						
Гряды	1285	834	993	596	:	3708
Гребни	1373	993	1938	616	:	4020

Примечание. На грядах предпосевной и 1-й поливы проводили через междурядье. Все поливы осуществляли без сброса.

риантах опыта отмечалось перед 3-м и 4-м поливами. Несмотря на это, на грядах и гребнях почти все время сохранялось больше влаги.

На грядах и гребнях после 2-го полива, благодаря лучшему росту и развитию хлопчатника увеличивалась его масса, транспирация влаги была выше, чем на гладком поле.

Полив хлопчатника повышенными нормами приводит к вымыванию части питательных элементов и ухудшению водно-воздушных свойств почвы, что, в конечном счете, отражается на ее производительной способности. Для староорошаемых тяжелосуглинистых аллювиальных луговых почв, развитых на мощных агроирригационных отложениях пустынной зоны, лучший интервал между поливами — 10—15 дней, особенно это важно для 3-го и 4-го поливов, когда хлопчатник нуждается в значительном количестве влаги.

В 1978 г. несмотря на то, что поливная норма была одинакова во всех вариантах, благодаря созданию и сохранению оптимальной

Динамика влажности почвы между поливами, % массы (полевой опыт)

Глубина, см	Поде- ляя влаж- ность	После осе- ди	Перед 1-м по- ливом	1-й полив, день				Перед 2-м по- ливом	2-й полив, день		Перед 3-м по- ливом	3-й полив, день		Перед 4-м по- ливом	4-й полив, день		Конца вегетаци- он
				5-й	10-й	15-й	20-й		5-й	10-й		5-й	10-й		5-й	15-й	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1977 г.																	
Гладкое поле (контроль)																	
0-10	28,6	11,7	7,5	20,7	11,3	8,9	9,3	6,1	11,3	7,6	6,6	12,7	11,0	8,2	17,8	10,4	8,8
10-20	27,2	16,7	14,0	22,2	15,5	14,5	13,4	13,2	15,3	12,4	10,8	12,5	12,5	10,4	19,6	12,2	12,8
20-30	27,2	17,4	16,6	21,0	17,0	17,1	15,9	14,7	16,7	13,7	11,2	14,1	13,5	10,8	18,8	12,7	13,3
30-40	23,3	19,0	16,9	21,7	18,1	17,8	17,0	15,8	18,8	14,5	12,2	14,3	14,8	12,1	19,2	12,8	13,9
40-50	23,1	18,6	16,3	21,6	17,9	17,1	17,4	15,4	19,2	15,3	12,7	17,5	14,9	11,7	19,1	13,4	14,1
50-60	23,4	19,3	16,6	21,4	17,9	17,6	17,7	16,3	19,2	16,1	13,2	18,2	16,3	12,7	19,4	13,4	14,1
60-70	24,1	20,2	17,6	21,8	18,8	18,6	17,5	16,8	19,2	17,1	15,4	18,2	17,5	14,5	19,6	14,0	14,4
70-80	24,1	20,7	18,2	22,4	19,3	18,7	18,7	17,5	20,2	18,0	16,8	18,6	18,6	15,7	21,0	15,3	15,3
80-90	24,4	21,2	18,7	22,5	19,4	19,3	19,3	18,1	19,8	18,7	18,1	20,3	18,7	17,1	21,7	16,6	16,0
90-110	24,2	21,3	18,7	22,2	19,4	19,1	19,6	18,2	19,8	18,9	18,9	21,1	19,0	18,3	23,0	17,5	16,8
100-110	24,3	21,4	18,0	21,8	19,6	19,0	20,1	18,8	19,7	18,8	19,4	19,9	19,6	18,6	23,0	18,0	17,2
110-120	23,7	21,5	18,7	22,1	19,6	19,7	19,7	18,5	19,5	19,1	19,7	19,5	19,6	18,7	23,3	18,3	17,6
120-130	25,0	21,4	18,2	21,3	20,0	19,3	19,1	18,2	19,4	19,4	19,9	19,8	19,6	18,7	22,9	18,1	17,5
130-140	25,1	21,3	19,3	20,7	21,3	20,0	20,1	19,0	19,9	20,2	20,2	21,6	20,2	19,0	22,9	18,7	17,5
140-150	24,7	20,7	20,2	19,7	22,1	20,5	19,6	20,1	21,2	21,1	20,2	21,2	21,0	19,0	23,4	18,8	17,1
Гряды																	
0-10	28,6	8,3	7,1	16,7	12,1	11,9	9,6	6,6	11,6	8,0	6,3	14,7	12,2	8,8	20,9	11,5	10,5
10-20	27,2	14,2	12,7	19,8	14,0	15,4	13,5	12,2	15,5	12,1	9,4	14,4	13,7	9,7	18,9	12,7	12,4
20-30	27,2	15,1	13,9	20,0	16,7	16,1	14,2	13,3	17,5	13,3	10,8	15,0	14,8	11,6	18,5	13,8	13,4
30-40	23,3	16,0	15,0	20,3	17,5	16,6	14,8	14,2	18,9	15,3	13,5	17,3	15,7	12,8	19,1	14,5	14,2
40-50	23,1	15,2	15,3	21,6	18,1	16,4	15,5	15,0	19,1	16,1	13,9	17,4	16,2	13,6	19,2	14,6	14,6
50-60	23,4	15,2	15,0	19,6	18,4	16,5	15,8	15,7	19,9	17,5	15,3	17,4	17,5	13,8	19,8	14,7	14,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
60-70	24,1	14,9	15,4	20,4	19,2	17,3	16,9	16,3	20,1	18,6	16,9	17,2	18,4	15,6	19,9	15,1	14,8
70-80	24,1	15,8	15,7	21,4	20,0	13,0	16,9	16,9	20,3	19,6	17,7	17,2	19,3	18,4	21,0	16,6	15,4
80-90	24,4	16,1	16,1	21,5	19,9	18,2	17,3	17,4	20,4	19,7	18,2	18,8	20,3	18,4	21,1	17,8	16,0
90-100	24,2	16,4	16,2	21,1	19,4	18,5	17,9	17,6	20,9	20,1	19,0	18,9	20,5	18,4	21,8	16,6	17,1
100-110	24,3	—	16,9	19,8	19,9	18,1	18,2	17,9	20,1	20,1	19,7	18,1	20,4	18,8	21,9	19,3	18,2
110-120	23,7	—	17,0	19,0	19,3	18,1	18,1	17,3	20,5	20,2	20,2	17,0	20,8	19,2	22,3	19,6	18,3
120-130	25,0	—	16,2	17,5	20,5	17,6	18,0	17,4	21,7	21,0	20,7	17,0	21,7	19,6	22,4	20,4	18,3
130-140	25,1	—	16,5	17,4	20,1	18,8	18,1	17,5	21,9	21,1	21,0	17,9	21,7	20,8	21,1	20,1	18,6
140-150	24,7	—	16,9	17,4	20,1	18,1	18,0	18,5	21,4	20,1	20,1	19,3	20,8	20,1	20,9	19,4	18,8
Гребни																	
0-10	28,6	11,6	8,5	17,9	11,8	11,0	10,4	9,6	15,1	9,7	4,9	14,6	11,7	9,9	18,1	10,8	9,6
10-20	27,2	14,3	14,4	21,4	14,9	14,7	12,5	12,5	16,7	13,3	10,4	15,3	12,9	10,8	18,9	12,3	11,7
20-30	27,2	14,2	14,4	21,8	17,2	16,3	15,6	14,8	17,8	14,4	12,4	15,5	13,9	11,3	19,4	13,3	12,9
30-40	23,3	15,1	15,3	20,2	17,1	17,2	16,3	15,6	18,7	16,2	14,2	16,9	14,4	12,0	19,7	13,9	13,4
40-50	23,1	16,1	15,2	20,1	18,0	17,4	16,8	15,9	19,5	16,2	15,3	17,3	14,8	12,9	19,7	13,6	13,7
50-60	23,4	15,7	15,7	19,7	18,8	17,7	16,9	15,7	20,5	18,9	15,9	19,4	15,1	12,8	21,2	13,8	13,6
60-70	24,1	15,2	16,2	18,9	19,0	17,4	17,4	16,6	20,8	18,8	16,9	19,8	16,6	13,6	21,5	15,7	15,3
70-80	24,1	14,9	16,5	18,0	19,0	17,3	18,2	17,6	20,7	19,2	17,2	19,4	17,5	15,9	21,2	16,1	16,1
80-90	24,4	14,7	16,5	17,3	19,2	17,7	18,3	17,2	21,8	19,3	18,0	19,2	18,2	16,0	21,5	16,7	16,6
90-100	24,2	14,5	16,1	16,4	19,9	17,1	18,7	17,8	21,6	19,9	18,4	19,4	18,6	16,5	21,3	17,4	17,1
100-110	24,3	14,6	16,3	16,0	19,8	18,7	19,3	18,5	21,7	20,1	18,1	19,8	19,2	17,3	20,7	18,2	17,7
110-120	23,7	15,7	16,7	16,3	19,0	18,6	19,0	18,2	21,6	20,0	19,0	19,7	19,6	17,9	21,5	18,8	18,2
120-130	25,0	15,6	16,9	16,9	17,5	19,0	19,0	18,2	21,8	20,0	19,5	21,2	19,5	19,1	22,3	18,8	18,1
130-140	25,1	15,9	17,2	16,9	17,4	19,2	19,1	18,2	22,3	20,1	19,8	19,5	19,7	19,2	22,0	18,4	18,7
140-150	24,7	16,4	17,8	17,2	17,4	19,2	18,8	17,9	21,8	20,3	20,1	18,4	19,7	18,8	22,3	18,9	18,5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
40—50	23,1	21,2	16,5	19,2	19,6	16,2	—	—	16,7	21,2	17,1	13,7	20,6	17,5	13,3	18,3	16,6	11,1
50—60	23,4	21,8	16,6	18,4	19,1	17,5	—	—	16,9	21,1	17,7	14,5	20,5	17,9	14,9	17,6	17,0	11,0
60—70	24,1	21,5	17,2	20,4	20,8	19,0	—	—	17,7	21,8	19,1	16,3	21,0	18,8	16,6	17,3	17,4	12,2
70—80	24,1	21,1	17,9	19,0	20,3	19,7	—	—	18,2	22,2	19,5	17,7	21,8	19,5	17,6	17,6	17,5	12,7
80—90	24,4	20,8	18,4	19,2	20,4	20,5	—	—	19,8	21,1	20,7	19,7	21,8	20,4	18,9	17,8	18,5	14,6
90—100	24,2	21,1	18,7	20,8	20,7	20,6	—	—	19,9	22,0	21,0	20,3	21,9	20,4	19,4	18,7	19,4	16,2
100—110	24,3	21,0	19,0	20,6	20,7	21,2	—	—	20,1	21,9	21,3	21,5	21,3	21,1	20,2	19,0	19,7	16,2
110—120	23,7	20,5	18,6	20,9	21,0	20,9	—	—	20,5	21,9	21,6	21,2	21,1	21,4	20,1	19,8	20,6	8,9
120—130	25,0	21,8	18,6	20,8	20,9	20,8	—	—	20,2	23,1	21,3	21,3	22,0	21,6	20,2	21,1	20,4	19,1
130—140	25,1	22,3	19,1	21,3	22,3	21,5	—	—	20,2	23,2	22,3	21,0	22,8	20,7	20,9	21,2	20,5	18,5
140—150	24,7	23,0	19,7	22,5	22,2	21,7	—	—	20,9	23,0	23,1	22,5	22,9	21,1	21,0	21,8	20,7	18,8
Гряды																		
0—10	28,6	14,9	10,1	16,0	13,6	12,0	—	—	11,9	16,5	11,3	8,1	20,8	12,3	7,0	17,3	11,3	8,8
10—20	27,2	18,1	14,5	16,1	14,4	14,1	—	—	13,3	18,1	14,2	10,1	21,3	13,8	9,0	16,7	12,5	10,9
20—30	27,2	19,1	15,6	19,5	19,2	15,4	—	—	14,0	19,7	15,6	10,9	21,0	14,5	10,4	16,9	13,5	11,9
30—40	23,3	19,6	17,2	19,8	20,7	17,1	—	—	16,0	20,0	17,1	11,7	20,6	15,7	11,7	17,7	15,4	12,8
40—50	23,1	19,9	18,1	22,1	20,3	18,5	—	—	18,4	21,7	17,3	13,8	20,6	18,4	12,4	17,7	15,2	12,9
50—60	23,4	21,2	18,2	22,3	21,0	19,2	—	—	18,1	21,9	18,5	14,8	20,3	17,9	12,6	20,7	15,0	12,9
60—70	24,1	21,2	18,7	22,5	20,8	19,7	—	—	19,0	22,3	19,9	16,6	19,9	19,4	15,9	19,9	17,2	15,4
70—80	24,1	20,6	19,1	22,0	21,0	21,0	—	—	19,9	23,7	20,1	18,0	20,3	19,8	18,0	19,1	18,1	16,8
80—90	24,4	20,8	19,2	21,9	21,3	20,8	—	—	20,0	23,1	20,5	18,6	20,6	20,1	18,6	18,5	18,1	17,2
90—100	24,2	20,8	19,5	22,8	21,2	21,2	—	—	20,8	20,3	21,1	19,3	21,2	20,5	18,7	18,6	18,7	18,8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100—110	24,3	22,0	19,3	21,6	20,7	20,6	—	—	20,6	21,5	20,9	19,7	21,8	21,1	20,5	19,3	19,8	19,9
110—120	23,7	22,7	19,0	22,7	22,4	20,6	—	—	20,6	21,5	20,8	19,6	22,4	21,0	20,3	19,4	19,6	19,5
120—130	25,0	24,6	19,2	22,9	22,5	20,6	—	—	20,4	21,5	21,2	20,9	22,2	20,8	20,2	19,5	19,8	20,0
130—140	25,1	24,9	19,6	22,8	21,9	20,9	—	—	20,5	21,9	21,0	20,5	22,7	21,0	20,7	20,3	20,2	20,3
140—150	24,7	24,3	19,8	22,6	22,8	20,8	—	—	20,6	22,1	21,4	20,5	22,3	21,9	21,1	20,6	20,9	20,6
Гребни																		
0—10	28,6	16,1	11,8	17,4	14,5	13,4	—	—	13,2	16,5	14,5	8,6	18,7	12,8	7,8	14,3	10,0	8,0
10—20	27,2	18,8	16,1	18,1	16,9	16,1	—	—	15,9	17,6	15,7	11,2	19,0	13,8	10,3	13,8	11,3	10,3
20—30	27,2	20,2	17,4	20,4	19,9	17,2	—	—	16,6	18,5	17,7	12,1	19,7	15,4	12,2	14,3	12,2	11,0
30—40	23,3	21,0	18,0	21,9	20,9	18,5	—	—	18,3	20,1	18,9	13,8	20,8	16,9	12,7	15,4	12,9	12,0
40—50	23,1	21,6	18,9	21,0	20,9	19,5	—	—	18,4	21,0	19,9	15,0	19,7	18,0	13,8	15,6	14,1	12,9
50—60	23,4	21,6	18,8	21,7	20,4	20,3	—	—	20,2	21,7	20,7	15,1	20,2	18,1	14,1	14,3	13,9	12,7
60—70	24,1	21,4	18,6	21,7	19,8	20,6	—	—	20,5	22,1	20,1	16,4	20,7	19,8	17,4	15,5	16,1	15,0
70—80	24,1	20,8	19,3	21,3	20,3	20,6	—	—	20,8	21,1	20,1	18,0	21,1	20,4	18,7	17,5	17,6	17,0
80—90	24,4	20,6	19,3	22,3	20,6	20,7	—	—	22,2	21,5	20,6	19,1	21,3	20,6	19,4	18,3	18,2	17,7
90—100	24,2	21,5	19,8	22,5	20,6	20,6	—	—	22,9	22,9	21,4	19,3	22,7	20,6	19,2	18,5	18,2	18,4
100—110	24,3	21,0	20,7	22,2	20,8	20,4	—	—	22,4	21,8	21,8	19,9	22,5	21,3	19,7	18,7	18,8	18,8
110—120	23,7	20,8	20,3	22,1	21,1	20,4	—	—	22,8	20,5	22,4	19,4	22,9	20,7	19,8	19,6	19,8	19,9
120—130	25,0	20,8	20,5	22,1	20,8	19,8	—	—	22,8	20,9	22,7	20,1	23,7	20,7	20,2	19,8	19,7	19,8
130—140	25,1	21,5	20,9	22,3	20,6	20,5	—	—	22,4	21,2	22,4	20,7	23,5	20,7	19,8	20,4	20,1	20,1
140—150	25,7	21,6	21,2	22,0	21,5	21,4	—	—	22,0	21,3	23,1	21,2	22,1	21,2	20,4	21,4	20,5	20,3

Запас влаги в почве за вегетацию хлопчатника

Глубина, см	На- имеш- шая (поле- вая) влаж- ность	После посева		Перед 1-м по- ливом		1-й полив, день			Перед 2-м по- ливом		2-й полив, день		Перед 3-м по- ливом		3-й полив, день		Перед 4-м по- ливом		4-й полив, день		Конца вегетации
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5-й	10-й	5-й	10-й	5-й	15-й	16	17		
1	2																				18

1977 г.

Контроль

Среднее
в слое, %

массы

0-30	27,6	13,6	12,7	21,3	14,6	13,5	12,9	11,3	14,4	11,2	9,5	13,1	12,3	9,8	18,7	11,8	11,6
0-50	25,8	16,8	14,2	21,4	15,9	15,1	14,6	13,0	16,2	12,7	10,7	14,2	13,3	10,6	18,9	12,3	12,6
0-70	25,3	17,7	15,1	21,5	16,6	15,9	15,4	14,0	17,1	13,8	11,7	15,4	14,4	11,5	19,1	12,7	13,0
0-100	25,0	18,6	16,1	21,8	17,5	16,9	16,6	15,2	17,9	15,2	13,6	16,8	15,7	13,2	19,9	13,8	13,9
0-150	24,8	19,5	17,0	21,5	18,5	17,8	17,6	16,4	18,6	16,7	15,7	18,0	17,1	15,0	21,0	15,3	15,1
% ПВ																	
0-30	—	43,4	46,0	77,2	52,9	48,9	46,7	40,9	52,2	40,6	34,4	47,5	44,6	35,5	67,7	42,7	42,0
0-50	—	65,1	55,0	82,9	61,6	58,5	56,6	50,4	62,8	49,2	41,5	55,0	51,6	41,1	73,2	47,7	48,8
0-70	—	70,0	59,7	85,0	65,6	62,8	60,9	55,3	67,6	54,5	46,2	60,9	56,9	45,4	75,5	50,2	51,4
0-100	—	74,4	64,4	87,2	70,0	67,6	66,4	60,8	71,6	60,8	54,4	67,2	62,8	52,8	79,6	55,2	55,6
0-150	—	78,6	68,5	86,7	74,6	71,8	71,0	66,1	75,0	67,3	63,3	72,6	69,0	60,5	84,7	61,7	60,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Гряды

Среднее
в слое, %

массы

0-30	27,6	12,5	11,2	18,8	14,6	14,5	12,4	10,7	14,9	11,1	8,8	14,7	13,6	10,0	19,4	12,7	12,1
0-50	25,8	13,7	12,1	19,7	15,8	15,3	13,5	12,3	16,5	12,9	10,8	15,8	14,5	11,3	19,3	13,4	13,0
0-70	25,3	14,1	13,5	19,8	16,7	15,7	14,3	13,3	17,5	14,4	12,3	16,2	15,5	12,3	19,5	13,9	13,4
0-100	25,0	14,7	14,2	20,2	17,6	16,5	15,2	14,5	18,4	16,3	14,1	16,8	16,9	14,1	20,0	15,0	14,3
0-150	24,8	—	15,1	19,6	18,4	17,7	16,2	15,6	19,5	17,5	16,2	17,2	18,2	16,0	20,6	16,6	15,7
% ПВ																	
0-30	—	45,3	40,6	68,1	52,6	52,5	44,9	38,8	54,0	40,2	31,9	53,3	49,3	36,2	70,3	46,0	43,8
0-50	—	53,1	46,9	76,4	61,2	59,3	52,3	47,7	64,0	50,0	41,9	61,2	56,2	43,8	74,8	51,6	50,4
0-70	—	55,7	53,4	78,3	66,0	62,1	56,5	52,6	70,0	56,9	48,6	64,0	61,3	43,6	77,1	54,9	53,0
0-100	—	58,8	56,8	80,8	70,4	66,0	60,8	58,0	74,0	65,2	56,4	67,2	67,6	56,4	80,8	60,0	57,2
0-150	—	—	60,9	79,0	74,2	71,4	65,3	62,9	78,6	70,6	65,3	69,4	73,4	64,5	83,1	66,9	63,3

Гребни

Среднее
в слое, %

массы

0-30	27,6	13,4	12,4	20,4	14,6	14,0	12,8	12,3	16,5	12,5	9,2	15,1	12,8	10,7	18,8	12,1	11,4
0-50	25,8	14,2	13,6	20,3	15,8	15,3	14,3	13,7	17,6	13,9	11,4	15,9	13,5	11,4	19,1	12,8	12,2
0-70	25,3	14,6	14,2	20,0	16,7	15,9	15,1	14,4	18,4	15,3	12,1	16,9	14,2	11,9	19,8	13,3	12,8
0-100	25,0	14,6	14,9	19,2	17,5	16,4	16,1	15,3	19,3	16,6	14,4	17,7	15,4	13,3	20,3	14,4	14,0
0-150	24,8	15,1	15,6	18,3	17,7	17,2	17,1	16,3	20,2	17,8	16,0	18,3	16,8	14,9	20,7	15,7	15,4
% ПВ																	
0-30	—	48,6	44,9	73,9	52,9	50,7	46,4	44,6	59,8	45,3	33,3	54,7	46,4	38,8	68,1	43,8	41,3
0-50	—	55,0	52,7	78,7	61,2	59,3	55,4	53,1	68,2	53,9	44,2	61,6	52,8	44,2	74,0	49,6	47,3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0-70	—	—	57,7	56,1	79,0	66,0	62,8	59,7	56,9	72,7	60,5	51,9	66,8	56,1	47,0	78,3	52,2	50,6
0-100	—	—	58,4	59,6	76,8	70,0	65,6	64,4	61,2	77,2	66,4	57,6	70,8	61,6	52,8	81,2	57,2	56,0
0-150	—	—	—	62,9	73,8	71,4	69,3	69,0	65,7	81,5	71,8	64,5	73,8	67,7	60,3	83,5	63,3	62,1

1978 г.

Контроль

Среднее
в слое, %
массы

0-30	27,6	17,8	13,0	19,7	14,5	12,2	—	—	12,0	17,9	13,8	9,0	20,4	14,4	11,1	19,9	14,2	9,0
0-50	25,8	19,0	14,4	18,5	16,4	13,6	—	—	13,6	19,0	15,1	10,6	20,5	15,5	12,0	19,5	15,0	9,7
0-70	28,3	19,7	15,1	18,8	17,4	14,9	—	—	14,8	19,7	16,1	12,0	20,6	16,3	13,1	18,9	15,6	10,3
0-100	25,0	20,1	16,1	19,0	18,4	16,6	—	—	16,1	20,3	17,4	14,2	20,1	17,5	14,7	18,7	16,5	11,6
0-150	24,8	20,7	17,1	19,7	19,4	18,1	—	—	17,5	21,1	18,9	16,6	21,4	18,7	16,6	19,3	17,8	13,8

% ПВ

0-30	—	64,4	47,1	64,8	52,5	44,2	—	—	43,4	64,8	50,0	32,0	73,9	52,1	40,2	72,1	51,4	32,0
0-50	—	73,6	55,8	71,7	63,5	52,7	—	—	52,7	73,6	58,6	41,0	79,4	60,0	46,5	75,5	58,1	37,5
0-70	—	77,9	59,7	74,3	68,8	58,9	—	—	58,5	77,9	63,6	47,4	81,4	64,4	51,8	74,7	61,7	40,7
0-100	—	80,4	64,4	76,0	73,6	66,4	—	—	64,4	81,2	69,6	56,8	80,4	70,0	58,8	74,8	66,0	46,4
0-150	—	83,5	68,9	79,4	78,2	73,0	—	—	70,6	85,1	76,2	66,9	86,3	75,4	66,9	77,8	71,8	55,6

Гряды

Среднее
в слое, %
массы

0-30	27,6	17,3	13,4	17,2	15,7	13,4	—	—	13,0	18,1	13,7	9,7	21,0	13,5	8,8	16,9	12,4	10,5
0-50	25,8	18,3	15,1	18,7	17,6	15,4	—	—	14,7	19,2	15,1	10,9	20,8	14,9	10,1	17,2	13,5	11,4
0-70	25,3	19,1	16,1	19,7	18,6	16,6	—	—	15,8	20,3	16,3	12,3	20,6	16,0	11,3	18,1	14,3	12,2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0-100	25,0	19,6	17,2	20,5	19,2	17,8	—	—	17,2	20,8	17,6	14,2	20,7	17,2	13,4	18,3	15,5	13,8
0-150	24,8	21,0	17,8	21,2	20,2	18,7	—	—	18,2	21,1	18,7	16,1	21,1	18,6	15,8	18,8	17,2	15,8
% ПВ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0-30	—	62,7	48,8	62,3	56,8	50,0	—	—	47,1	65,5	49,6	35,1	76,0	48,6	31,8	61,2	44,9	38,0
0-50	—	70,9	58,6	72,4	68,2	59,6	—	—	56,9	74,4	58,6	42,2	80,6	57,7	39,1	66,6	52,3	44,1
0-70	—	75,5	63,6	77,9	73,1	65,6	—	—	62,8	80,2	64,4	48,6	81,4	63,2	44,7	71,5	56,5	48,2
0-100	—	78,4	68,8	82,0	76,8	71,2	—	—	68,8	83,2	70,4	56,8	82,8	68,8	53,6	73,2	62,0	55,2
0-150	—	84,3	71,8	85,5	81,5	76,4	—	—	73,4	85,1	75,4	64,9	85,5	75,0	63,7	75,8	69,3	63,7

Гребни

Среднее
в слое,
% массы

0-30	27,6	18,4	15,1	18,6	17,1	15,6	—	—	15,2	17,5	16,0	10,6	19,1	14,0	10,1	14,1	11,2	9,8
0-50	25,8	19,5	16,4	19,8	18,6	16,9	—	—	16,5	18,7	17,3	12,1	19,6	15,4	11,4	11,7	12,1	10,8
0-70	25,3	20,1	17,2	20,2	19,1	17,9	—	—	17,6	19,6	18,2	13,2	19,8	16,4	12,6	14,7	12,9	11,7
0-100	25,0	20,3	17,9	20,7	19,5	18,7	—	—	18,9	20,3	19,0	14,9	20,4	17,8	14,6	15,8	14,4	14,5
0-150	24,8	20,6	18,8	21,2	20,0	19,3	—	—	20,1	20,6	20,1	16,6	21,2	18,8	16,4	17,1	16,2	15,9
% ПВ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0-30	—	66	54,7	67,4	62,0	56,5	—	—	55,1	63,4	58,0	38,4	69,2	50,7	36,6	51,1	40,6	35,5
0-50	—	75,6	63,4	76,7	72,1	65,5	—	—	63,9	72,5	67,0	46,9	76,0	59,7	44,2	57,0	46,9	41,9
0-70	—	79,4	68,0	79,8	75,5	70,7	—	—	69,6	77,5	71,9	52,2	78,3	64,8	49,8	58,1	51,0	46,2
0-100	—	81,2	71,6	82,8	78,0	74,8	—	—	75,6	81,2	76,0	59,6	81,6	71,2	58,4	63,2	57,6	58,0
0-150	—	83,1	75,8	85,5	80,6	77,8	—	—	81,0	83,1	81,0	66,9	85,5	75,8	66,1	68,9	65,3	64,1

• В 978 г. после 4-го полива влажность определяли на 5-й и 10-й дни.

плотности почв, под грядками и гребнями наблюдался более экономный расход воды и более благоприятный режим влажности, чем на гладком поле.

Во всех вариантах из-за недостатка воды перед 3-м и 4-м поливами наблюдалось просыхание почвы. Причем в верхнем слое (0—30 см) влажность снижалась до 9—11% к массе.

К концу вегетации хлопчатника во всех вариантах опыта отмечается высыхание почвы. Более благоприятный режим влажности на грядах и гребнях по сравнению с гладким полем также

Таблица 16

Динамика капиллярной и полной влагоемкости почвы за вегетацию хлопчатника, % массы (среднее за 2 года)

Вариант	Глубина, см	КВ			ПВ		
		после посева	в период цветения	в конце вегетации	после посева	в период цветения	в конце вегетации
Контроль	0—15	33,7	32,5	28,1	35,4	34,0	31,2
	15—30	28,5	29,4	22,4	30,8	31,0	24,4
	30—50	27,2	28,7	22,9	29,2	30,0	24,3
Гряды	0—15	36,4	35,3	33,7	39,4	38,4	37,8
	15—30	33,8	32,0	30,3	35,4	35,3	32,9
	30—50	31,6	29,9	27,6	33,9	32,5	29,5
Гребни	0—15	36,9	35,8	31,4	37,8	38,9	35,8
	15—30	29,5	32,2	27,8	31,4	34,3	29,3
	30—50	29,0	29,6	26,2	30,5	33,0	28,4

объясняется лучшим капиллярным увлажнением почвы. Это подтверждается данными капиллярной и полной влагоемкости, полученными в образцах почв с ненарушенным строением.

По данным табл. 15, на грядах и гребнях, благодаря сохранению в них оптимальной плотности почвы и более рыхлой упаковке комочков и агрегатов, влагоемкость выше, чем на гладком поле. На грядах и гребнях с момента закладки опыта до конца вегетации отмечались более высокие величины капиллярной (КВ) и полной (ПВ) влагоемкости. Так, КВ в образцах почвы слоя 0—15 см, взятых после посева хлопчатника, на грядах и гребнях составила соответственно 36,4 и 36,9% к массе, а ПВ — 39,4 и 37,8%, на гладком поле — соответственно 33,7 и 35,4.

В период цветения хлопчатника в нижних слоях (30—50 см) почвы гладкого поля КВ и ПВ несколько увеличиваются, что объясняется разуплотнением ее под воздействием корневой системы хлопчатника и проведения интенсивной междурядной обработки почвы в период вегетации.

К концу вегетации хлопчатника КВ и ПВ почвы во всех вариантах опыта несколько снижаются, особенно на гладком поле. Однако на грядах и гребнях в пахотном и подпахотном горизонтах КВ и ПВ несколько выше — соответственно 26,9—33,7% и

28,4—37,8% к массе, чем в контрольном варианте (22,9—28,1% и 24,3—31,2%).

Водопроницаемость почвы мы изучали перед вегетационными поливами и в конце вегетации хлопчатника бороздковым методом ($S=2500 \text{ см}^2$).

Почва под грядками и гребнями в течение вегетации хлопчатника характеризовалась более высокой водопроницаемостью, чем на гладком поле (контроль) (рис. 6). Причем на грядах и гребнях впитывание воды шло более интенсивно как в начале, так и в конце наблюдений, а общее количество впитавшейся за 6 ч воды было в 1,5, а местами в 2 раза больше, чем в контроле. Так, перед 1-м поливом на гладком поле за 6 ч впитывалось 28,9 мм воды, на грядах — 40,1—39,1 мм, на гребнях — 39,5—40,5 мм. Перед 3-м поливом водопроницаемость почвы несколько снизилась, составляя на грядах 32,2 мм, на гребнях — 29,5—28,6 мм, на гладком поле — 23,2 мм. К концу вегетации, как обычно, водопроницаемость во всех вариантах опыта по сравнению с начальным периодом наблюдений снижалась в 2 раза, на гладком поле — до 14,3 мм, на грядах — до 26,1—21,3, на гребнях — до 23,4—21,8 мм.

Следует отметить, что водопроницаемость почвы во всех случаях была несколько выше на грядах. Изменение ее в течение вегетации во всех вариантах в основном коррелирует с плотностью сложения и общей пористостью пахотного слоя.

Таким образом, под грядками и гребнями по сравнению с гладким полем создаются и сохраняются в течение большей части вегетации более благоприятные условия не только по плотности сложения, пористости и агрегатному составу, но и по водопроницаемости почвы.

Температурный режим почвы

С изменением плотности пахотного горизонта почвы изменяется ее тепловой режим. Тепловой режим почвы характеризуется

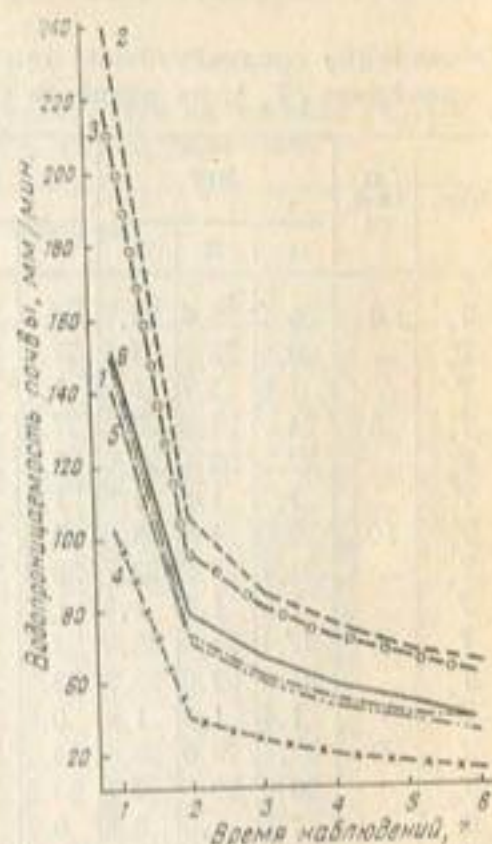


Рис. 6. Водопроницаемость почвы. Перед 1-м поливом: 1 — гладкое поле, 2 — гряды, 3 — гребни; в конце вегетации: 4 — гладкое поле, 5 — гряды, 6 — гребни.

ходом температур по профилю почвы и во времени. Важная его характеристика — коэффициент теплопроводности (λ). Увеличение плотности приводит к уменьшению пористости и более плотной упаковке почвенных частиц, что, в свою очередь, влияет на теплопроводность почвы. Е. П. Рябова (1957), А. Ф. Чудновский (1957, 1976), А. И. Зубарев (1961), В. Н. Димо (1972), Р. А. Аvezов и соавт. (1980), С. П. Пулатов (1980) и др. показали, что в зависимо-

Таблица 17

Изменение среднесуточной температуры почвы на грядах (T_r) и в контроле (T_k), их разность (T) в период вегетации хлопчатника

Индекс	Глубина, см	Май			Июнь			Июль			Август		
		11	21	31	10	20	30	10	20	30	9	19	29
T_r	0	25,1	25,6	24,7	28,3	29,5	32,8	26,9	30,5	21,2	28,3	28,3	21,9
T_k		23,5	23,9	23,5	27,2	25,7	29,3	25,2	28,2	18,8	26,1	27,0	20,9
T		1,6	1,7	1,2	1,1	3,8	3,5	1,7	2,3	2,4	2,2	1,3	1,0
T_r	5	24,2	24,9	25,1	27,0	29,1	31,0	25,4	28,3	19,9	27,0	28,2	22,4
T_k		22,5	23,1	23,6	25,6	25,8	28,0	23,9	26,9	18,7	25,9	26,7	21,2
T		1,7	1,8	1,5	1,4	3,3	3,0	1,5	1,4	1,2	1,1	1,5	1,2
T_r	10	22,9	24,8	25,0	26,5	28,0	30,7	25,4	27,9	20,4	25,9	27,5	21,7
T_k		21,4	23,6	23,7	25,3	25,3	27,8	23,2	26,6	19,3	25,1	26,5	21,3
T		1,5	1,2	1,3	1,2	2,7	2,9	1,2	1,3	1,1	0,8	1,0	0,4
T_r	15	22,4	24,0	23,9	24,7	27,3	29,2	24,4	26,8	20,3	25,7	27,0	21,2
T_k		21,0	23,0	22,7	23,9	25,0	27,0	23,4	26,3	19,4	24,9	26,3	20,8
T		1,4	1,0	1,2	0,8	2,3	2,2	1,0	0,5	0,9	0,8	0,7	0,4
T_r	20	21,1	23,0	23,5	24,2	26,8	28,1	24,1	26,8	20,3	25,4	26,3	20,1
T_k		20,0	22,0	22,7	23,5	24,7	27,0	23,3	26,4	19,5	24,7	25,6	19,9
T		1,1	1,0	0,8	0,7	2,1	1,1	0,8	0,4	0,8	0,7	0,7	0,2
T_r	25	20,9	23,0	23,2	24,1	26,3	27,8	23,9	26,2	19,8	23,8	25,7	19,9
T_k		20,0	22,0	22,4	23,6	24,7	27,0	23,3	26,0	19,2	23,3	25,1	19,7
T		0,9	1,0	0,8	0,5	1,6	0,8	0,6	0,2	0,6	0,5	0,6	0,2
T_r	35	19,6	22,9	22,4	23,3	26,4	27,1	23,4	26,8	19,5	23,7	25,1	19,5
T_k		19,3	22,1	22,0	22,8	24,4	26,5	23,0	25,6	19,1	23,2	24,8	19,5
T		0,3	0,8	0,4	0,5	1,0	0,6	0,4	0,2	0,4	0,5	0,3	0,0

сти от плотности почвы теплопроводность изменяется в широких пределах.

Мульчирование почвы при помощи навоза, угольной пыли, полиэтиленовой пленки и т. п. ускоряет прогревание почвы, заметно повышает температуру поверхности, но требует большой затраты материалов и труда.

Большинство почвенных микроорганизмов развивается при температуре 25—35°C, поэтому в разные периоды вегетации растений в связи с температурой почвы изменяются микробиологические и биохимические процессы.

В условиях открытого грунта массовые всходы хлопчатника появляются в течение 8—10 дней. Между тем в начале апреля, когда идет массовый сев хлопчатника, обычно наблюдается снижение температуры воздуха с одновременным выпадением значительного количества осадков в виде дождя, что приводит к образованию почвенной корки. Из-за недостатка воздуха и тепла под коркой хлопчатник болеет корневой гнилью, приходится пересевать его, часто на больших площадях. При посеве хлопчатника

Таблица 18

Изменение температуры почвы в течение суток на гребнях ($T_{гр}$) и в контроле (T_k), их разность (T) на 30.04.1978

Индекс	Глубина, см	Часы наблюдений											
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4
$T_{гр}$	0	22,0	30,8	38,0	41,7	44,0	44,0	40,0	32,8	26,5	24,3	23,0	22,1
T_k		21,5	27,8	35,0	36,5	37,0	37,8	34,0	30,6	25,0	23,0	21,8	21,7
T		0,5	2,0	3,0	5,2	7,0	6,2	6,0	2,2	1,5	1,3	1,2	0,4
$T_{гр}$	5	24,2	26,1	30,0	34,0	35,0	36,7	36,2	33,8	31,0	27,8	26,4	24,7
T_k		22,9	24,7	28,0	30,2	32,0	32,5	32,7	31,8	29,2	26,2	25,0	23,8
T		1,3	1,4	2,0	3,8	4,0	4,2	3,5	2,0	1,8	1,6	1,4	0,9
$T_{гр}$	10	24,9	25,6	28,0	30,0	32,0	33,8	34,8	33,2	31,0	28,6	27,3	26,0
T_k		24,0	24,6	26,8	28,0	29,5	30,7	31,7	31,0	29,3	27,0	26,0	25,0
T		0,9	1,0	1,2	2,0	2,7	3,1	3,1	2,2	1,7	1,6	1,3	1,0
$T_{гр}$	15	25,8	25,9	27,2	28,0	29,2	30,6	31,0	31,0	31,0	28,5	28,2	26,8
T_k		25,0	25,1	26,1	26,2	27,2	27,8	28,9	29,0	29,4	27,0	26,9	26,0
T		0,8	0,8	1,1	1,8	2,0	2,6	2,1	2,0	1,6	1,5	1,3	0,8
$T_{гр}$	20	26,5	26,1	26,2	27,8	28,2	29,5	29,5	30,7	30,6	29,3	28,2	27,5
T_k		26,1	26,0	25,9	26,1	27,0	27,8	28,1	29,0	29,0	28,0	27,0	27,0
T		0,4	0,1	0,3	0,7	1,2	1,3	1,4	1,7	1,6	1,3	1,2	0,5

на гряды и гребни исключается заболевание корневой гнилью, так как температура почвы на них всегда выше, чем на гладком поле (контроль) (табл. 17, 18; рис. 7).

В дневные часы температура почвы на глубине 5—10 см, т. е. в зоне залегания семян, на грядках и гребнях на 3—4°C выше, чем в контроле. Перед рассветом разница несколько сглаживалась, но все же сохранилась (на 0,9—1,0°C). Однако снижение температуры в предутренние часы наблюдалось лишь при резком охлаждении поверхности почвы. Превышение температуры на грядках и гребнях на глубине 5 см сохраняется в течение суток. Это способствует получению ранних и полноценных всходов, усиливает микробиологическую деятельность в корнеобитаемом слое почвы и ускоряет рост и развитие хлопчатника.

Распределение температуры по профилю почвы как на гладком поле, так и на грядах и гребнях имеет одинаковый характер, но различается количественно. Максимальная температура почвы в течение суток на глубине 10 см в обоих случаях отмечена в 18 ч вечера и составляет на грядах и гребнях 35°C, в контроле — 32°C.

Таким образом, в течение суток на грядах и гребнях температура верхних слоев почвы на 1—5°C больше, чем в контроле. Разность температуры почвы между грядами и гребнями по сравне-

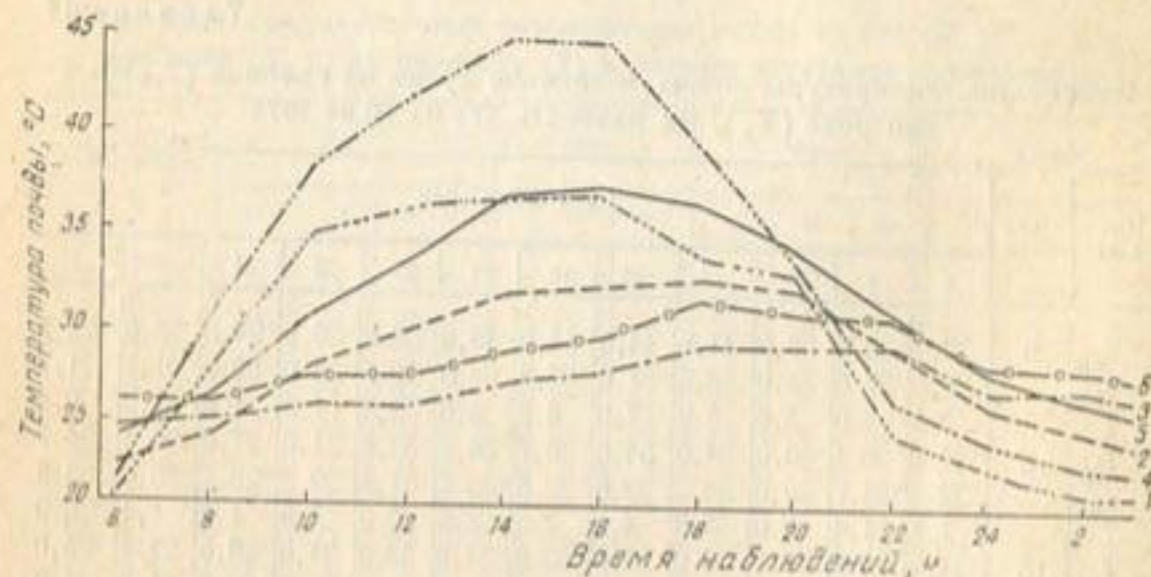


Рис. 7. Динамика температуры почвы в течение суток на гладком поле (1, 2, 3) и грядах (4, 5, 6).

1, 4 — поверхность почвы; 2, 5 — на глубине 5 см; 3, 6 — 15 см.

нию с гладким полем довольно резко изменяется с глубиной. Так, в 14 ч на поверхности почвы разность температуры составляла 7—8°C, а на глубине 25 и 35 см — соответственно 0,5 и 0,4°C. За весь период вегетации хлопчатника на грядах и гребнях температура почвы была также выше, чем на гладком поле.

В течение вегетации хлопчатника температура почвы в пределах пахотного слоя изменялась в довольно широком интервале (табл. 19). Абсолютные максимумы температуры в течение вегетации с глубиной уменьшались, а абсолютные минимумы, наоборот, увеличивались, причем под грядами и гребнями на всех глубинах несколько больше, чем на гладком поле. Величина суточной амплитуды под грядами и гребнями также выше, чем на гладком поле. Таким образом, под грядами и гребнями температура почвы выше. Это особенно заметно в начальные периоды вегетации хлопчатника.

Хлопчатнику с первого дня жизни для нормального роста и развития требуется определенная температура. В связи с этим большое практическое значение имеет установление суммы активных температур почвы на глубине 0,2 м. Приводим данные.

Таблица 19

Температурный режим почвы

Показатель	Глубина, см															
	0				5				10				15			
	контроль	гряды	гребни		контроль	гряды	гребни		контроль	гряды	гребни		контроль	гряды	гребни	
1	2	3	4		5	6	7		8	9	10		11	12	13	
Макс.	37,0	37,3	37,4		31,1	31,9	31,7	26,1	29,0	27,0	24,5	24,8	24,9	21,6	22,1	21,7
Мин.	12,9	13,8	12,5		15,0	15,0	15,7	17,0	17,0	17,0	17,9	17,2	17,3	18,6	18,6	18,5
Ампл.	25,0	23,5	24,9		16,1	16,9	16,0	9,1	12,0	10,0	6,6	7,6	7,6	3,0	3,5	3,2
11.05																
Макс.	35,5	37,1	36,0		28,3	30,5	30,0	26,5	26,9	26,2	24,2	25,3	25,2	24,3	24,6	24,0
Мин.	14,8	15,1	15,5		19,0	18,1	18,5	20,8	20,1	19,8	20,6	20,5	20,4	22,0	21,9	21,5
Ампл.	20,7	22,0	20,5		9,3	12,4	11,5	5,7	6,8	6,4	3,6	4,8	4,8	2,3	2,7	2,5
21.05																
Макс.	33,0	34,0	33,0		27,7	29,3	28,0	26,0	26,1	26,0	24,0	25,0	24,9	24,4	24,9	24,6
Мин.	15,0	15,5	15,5		19,4	19,9	18,5	21,0	20,1	20,0	21,0	20,9	20,8	22,0	22,1	21,6
Ампл.	18,0	18,5	17,5		8,3	9,4	9,5	5,0	6,0	6,0	3,0	4,1	4,1	2,4	2,8	3,0
31.05																
Макс.	44,2	45,0	44,2		32,6	35,8	34,8	30,1	30,8	30,0	26,0	27,8	27,9	25,0	26,4	25,8
Мин.	14,0	15,8	14,5		20,0	19,2	18,8	21,0	20,5	20,5	21,0	21,1	21,0	22,5	22,5	22,1
Ампл.	30,2	29,2	29,7		12,6	16,6	16,0	9,9	10,3	10,0	5,0	6,7	6,9	2,5	3,9	3,7
10.6																
Макс.	33,8	43,6	43,7		34,4	37,6	37,8	29,1	32,5	33,8	26,8	32,8	34,1	28,8	28,8	28,7
Мин.	17,1	17,2	17,1		19,1	20,1	20,2	20,1	20,4	20,4	20,1	20,4	20,4	25,0	24,6	24,5
Ампл.	16,7	26,4	26,6		15,3	17,5	17,6	9,0	12,1	13,4	6,7	12,4	13,7	3,8	4,2	4,2
20.06																

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
							30.06									
Макс.	37.8	45.0	44.0	33.7	37.4	36.8	31.7	33.7	34.8	29.4	30.8	32.3	29.0	29.8	29.9	
Мин.	21.5	20.8	22.0	22.9	22.7	22.9	24.0	24.2	23.9	24.4	25.6	25.4	25.8	25.9	26.2	
Ампл.	16.3	24.2	22.0	20.8	14.7	13.9	7.7	9.5	10.9	5.0	5.2	6.9	3.2	3.9	3.7	
							10.07									
Макс.	34.0	38.0	35.9	28.0	33.8	28.8	25.7	32.8	27.0	24.0	25.2	25.9	24.4	25.1	24.9	
Мин.	17.6	19.8	19.0	20.1	20.5	19.9	20.7	20.7	20.8	21.0	21.3	21.4	22.5	22.8	22.4	
Ампл.	16.4	18.2	17.9	7.9	13.3	8.9	5.0	12.1	6.2	3.0	3.9	4.5	1.9	2.3	2.5	
							20.07									
Макс.	34.3	41.3	39.4	32.5	33.5	34.5	29.1	32.0	30.0	28.0	29.1	29.1	28.1	28.5	28.2	
Мин.	21.9	22.0	21.9	22.3	22.9	23.4	24.1	24.1	24.0	24.2	25.0	25.0	25.0	25.0	25.4	
Ампл.	12.4	19.3	17.5	10.2	10.6	11.1	5.0	7.9	6.0	3.8	4.1	4.1	3.0	3.5	2.8	
							30.07									
Макс.	23.0	27.0	25.0	21.5	24.2	23.5	21.0	23.7	21.8	20.5	21.1	21.1	21.0	21.0	21.0	
Мин.	16.0	15.8	14.8	16.0	16.3	15.5	17.3	15.8	16.0	17.6	16.9	17.4	19.5	18.5	18.8	
Ампл.	8.0	11.2	10.2	5.5	7.9	8.0	3.7	7.9	5.8	2.9	4.2	3.7	1.5	2.5	2.3	
							9.08									
Макс.	32.5	35.0	34.5	28.0	30.8	31.2	29.5	30.9	30.0	28.0	28.0	27.5	24.5	25.0	24.4	
Мин.	20.5	21.3	21.3	22.2	22.0	22.3	22.3	22.0	22.1	22.0	22.2	23.5	23.0	22.5	23.3	
Ампл.	12.0	13.7	13.2	5.8	8.8	8.9	7.9	8.9	7.9	5.1	5.8	4.0	1.5	2.5	2.1	
							19.08									
Макс.	33.4	34.5	35.9	30.0	32.0	31.0	30.4	31.3	32.0	28.9	28.0	28.9	26.5	28.5	27.2	
Мин.	21.3	21.6	22.0	23.0	22.1	23.9	23.0	22.7	23.9	24.0	23.1	24.7	24.0	24.3	25.1	
Ампл.	12.1	12.9	13.9	7.0	9.9	7.1	7.4	8.6	8.1	4.9	4.9	4.2	2.5	3.9	2.1	
							29.08									
Макс.	28.5	28.9	29.5	25.8	26.4	27.5	25.2	24.9	26.3	25.0	22.3	24.7	20.8	21.5	22.8	
Мин.	14.8	15.0	15.4	16.4	16.0	17.8	17.2	16.6	18.0	18.0	17.0	19.4	18.6	18.3	20.3	
Ампл.	13.7	13.9	14.1	9.4	10.5	9.7	8.0	8.3	8.3	7.0	5.3	5.3	2.2	3.2	2.5	

Вариант	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма
Гряды	710	783	784	738	3015
Контроль	682	735	778	719	2914
Разность	28	48	6	19	101
Гребни	691	771	784	759	3005
Контроль	682	735	778	719	2914
Разность	9	36	6	40	91

На грядах и гребнях сумма активных температур существенно выше, чем в контроле, — равна соответственно 3015 и 3005°C, в контроле — 2914°C. Разница между контролем за вегетационный период составляет на грядах 101°C, на гребнях — 91°C. Таким образом, в течение вегетации хлопчатника сумма активных температур (выше 10°C) на грядах и гребнях больше, чем на контроле.

Наибольшая разница в сумме активных температур между грядами и гребнями, а также контролем наблюдается в июне — 48° и 36°C. В июле эта разница сглаживается, что объясняется увеличением затененности поверхности почвы на грядах и гребнях. Кроме того, в июле проводится интенсивный полив хлопчатника.

На грядах и гребнях созревание хлопчатника наступает на 6—8 дней раньше, чем в контроле. Создаются условия для большего нагревания поверхности почвы, поэтому в августе разность сумм активных температур несколько увеличивалась.

Таким образом, более высокая температура почвы, лучшая аэрация, а также достаточное увлажнение на грядах и гребнях создавали благоприятные условия, способствующие получению ранних и дружных всходов хлопчатника. На гладком поле относительно низкая температура почвы и повышенная плотность вызвали отставание развития хлопчатника, заболевание его корневой гнилью.

Содержание питательных элементов и биологическая активность почвы

В почве под грядами и гребнями в 0—50 см слое наблюдается более равномерное распределение аммиачной и нитратной форм азота, а также подвижного фосфора по сравнению с контрольным вариантом (табл. 20).

После посева в верхней части пахотного слоя (0—15 см) зафиксировано увеличение содержания аммиачного азота во всех вариантах опыта, особенно на грядах. В период бутонизации во всех вариантах до глубины 0—50 см аммиачный азот был распределен равномерно. В период цветения наибольшее его содержание отмечалось на грядах в слое 15—30 см (6,2 мг/кг) и на гладком поле в слое 30—50 см (7,3 мг/кг). К концу вегетации хлопчатника количество аммиачного азота увеличивалось во всех вариантах, особенно на гребнях в слоях 0—15 и 30—50 см — соответственно 16,7 и 21,3 мг/кг.

Нитратный азот после посева хлопчатника в наибольшем количестве отмечался в слое 0—50 как на гребнях (9,9—6,8 мг/кг), так и на грядах (11,1—4,5 мг/кг), в контроле несколько меньше — 7,5—3,1 мг/кг. В период бутонизации и, особенно, цветения, максимальное содержание азота зарегистрировано в верхней части пахотного слоя почвы (0—15 см) контрольного варианта

Таблица 20

Динамика содержания питательных элементов в почве, мг/кг

Вариант	Глубина, см	После посева	Бутонизация	Цветение	Конец вегетации	После посева	Бутонизация	Цветение	Конец вегетации
NH ₄					NO ₃				
Контроль	0—15	15,1	20,7	4,5	4,3	7,5	18,4	111,5	77,9
	15—30	12,6	23,6	3,2	11,2	3,3	2,6	9,1	5,2
	30—50	11,1	22,1	7,3	15,6	3,2	17,4	17,3	2,6
Гряды	0—15	19,2	21,1	3,5	4,6	11,2	38,9	49,5	22,1
	15—30	13,8	22,8	6,2	15,7	5,3	8,3	8,0	4,0
	30—50	8,2	19,7	3,0	6,1	4,5	4,2	6,2	6,7
Гребни	0—15	12,0	19,5	3,5	16,7	9,9	20,6	49,8	19,4
	15—30	10,1	22,5	2,9	11,0	6,9	14,7	37,5	1,6
	30—50	9,7	20,9	3,9	21,3	9,4	7,7	6,4	1,4
P ₂ O ₅					K ₂ O				
Контроль	0—15	42,8	63,6	68,0	48,0	231	267	337	383
	15—30	35,2	37,2	50,4	30,8	241	284	279	229
	30—50	10,4	23,4	43,2	25,4	200	2,7	356	229
Гряды	0—15	73,2	54,0	63,6	29,2	313	284	296	263
	15—30	38,8	60,8	56,0	37,6	291	284	322	241
	30—50	10,4	29,4	43,0	39,0	313	284	286	284
Гребни	0—15	58,4	53,6	71,2	52,8	304	284	306	313
	15—30	46,0	72,0	44,0	32,8	352	284	347	251
	30—50	17,0	37,2	34,8	33,6	362	284	306	260

(111,5 мг/кг), тогда как на грядах и гребнях в том же слое его было значительно меньше — 50 мг/кг, что связано, по-видимому, с лучшим усвоением.

В период цветения и, особенно, плодообразования на грядах и гребнях содержание нитратов оказалось наименьшим, поскольку произошел интенсивный их расход, вследствие чего отмечено лучшее развитие хлопчатника.

К концу вегетации вновь происходит накопление нитратного азота в верхней части пахотного слоя, причем в наибольшем количестве он оставался не использованным в почве под гладким полем. Так, в слое 0—15 см контрольного варианта его содержалось 77,9 мг/кг, тогда как на грядах и гребнях — соответственно 19,4 и 22,1 мг/кг.

Наибольшее содержание подвижной формы P₂O₅ в пределах пахотного слоя, особенно в верхней его части (0—15 см), после

посева хлопчатника отмечено на грядах (73 мг/кг) и гребнях (58 мг/кг) (в контроле — 43 мг/кг). В периоды бутонизации и цветения в пахотном слое ее количество во всех вариантах увеличивалось: в контроле — до 64—68 мг/кг, на грядах и гребнях — соответственно до 54—64 и 54—71. К концу вегетации оно несколько уменьшилось: в контроле составило 31—48 мг/кг, на грядах и гребнях — соответственно 29—39 и 34—53.

Подвижной формы K₂O после посева на грядах и гребнях было значительно больше (291—362 мг/кг), чем в контроле (200—

Таблица 21

Динамика развития микрофлоры на органическом и минеральном источнике азота в зависимости от технологии подготовки почвы к посеву (тыс. на 1 г)

Вариант	Глубина, см	МПА			КАА		
		после посева (5.05)	цветение (5.07)	конец вегетации (7.10)	после посева (5.05)	цветение (5.07)	конец вегетации (7.10)
Контроль	0—15	4500	10100	1500	30050	5400	2240
	15—30	7500	8000	1000	43400	8800	900
	30—50	12700	8800	1500	8550	8700	1380
Гряды	0—15	11500	10 00	400	32600	15300	2086
	15—30	10200	18000	600	45100	10400	620
	30—50	11800	8100	400	16100	11600	750
Гребни	0—15	13600	14000	800	24700	20000	1420
	15—30	8200	18000	600	41600	21000	1390
	30—50	11900	36300	1000	20500	13700	1720

241 мг/кг). В остальные периоды вегетации по всем вариантам она была распределена примерно одинаково.

Таким образом, аммиачные и нитратные формы азота, а также подвижный фосфор на грядах и гребнях использовались хлопчатником лучше, чем на гладком поле.

Превращение микроорганизмами органических и минеральных соединений азота в почве имеет первостепенное значение и определяет величину урожая. Количественный состав микроорганизмов в почве свидетельствует о потенциальной возможности протекания в ней тех или иных микробиологических процессов.

В годы проведения нашего опыта на гладком поле микрофлора, использующая органический источник азота, в основном была развита хуже, чем на грядах и гребнях (табл. 21). Однако в конце вегетации на гладком поле численность микроорганизмов оказалась несколько выше, чем на грядах и гребнях. Это может быть обусловлено более полным использованием органической части удобрений микрофлорой под грядами и гребнями, благодаря чему в этих вариантах отмечался лучший рост и развитие хлопчатника.

Технология посева хлопчатника существенно влияет на содержание бактерий, развивающихся с использованием минеральных форм азота (КАА). Эти группы микроорганизмов на грядах и

гребнях развивались лучше, чем на гладком поле. Наибольшее число микроорганизмов отмечалось после посева и в период цветения. Благодаря более рыхлому слоению почвы под грядками и гребнями — также лучше, чем на гладком поле: 20 500—11 600 тыс./г, против 8550—8700 тыс./г на гладком поле. К концу вегетации во всех вариантах численность микроорганизмов уменьшалась. Лучшее развитие этой группы в весенний и, особенно, летний периоды на грядках и гребнях ведет к более высокой мобилизации минеральных веществ.

В последнее время при оценке плодородия и биологической активности почв применяется ряд ферментативных показателей.

Таблица 22

Активность ферментов в зависимости от способа подготовки почвы

Вариант	Глубина, см	Активность уреазы (мг N-NO ₂ на 1 г почвы за сутки)			Активность инвертазы (мг глюкозы на 5 г почвы в сутки)		
		после посева (5.05)	цветение (5.07)	конец вегетации (7.10)	после посева (5.05)	цветение (5.07)	конец вегетации (7.10)
Контроль	0—15	1,102	0,621	0,899	3,77	3,21	2,72
	15—30	1,513	0,598	0,571	2,43	1,87	2,06
	30—50	0,577	0,398	0,160	1,28	1,61	1,26
Гряды	0—15	2,338	0,806	0,447	4,61	3,98	1,53
	15—30	1,069	0,863	0,731	3,00	2,42	2,06
	30—50	0,331	0,603	0,492	2,50	1,76	0,96
Гребни	0—15	1,518	0,841	0,563	3,29	2,40	1,45
	15—30	0,936	0,710	0,554	3,87	2,71	2,40
	30—50	0,664	0,461	0,370	1,54	1,39	0,93

По нашим данным, высокая активность уреазы локализуется в пахотном, наиболее биогенном слое почвы, с глубиной эта активность снижается (табл. 22).

Активность уреазы, а, следовательно, интенсивность разложения мочевины, зависит от способа подготовки почвы к посеву. Высокую активность уреазы в почве следует рассматривать как существенный фактор ее азотистого обмена. Наивысшая активность уреазы в годы проведения нашего опыта наблюдалась на грядках и гребнях.

Наибольшая активность инвертазы, как и уреазы, наблюдалась в пахотном горизонте на грядках и гребнях после посева и в период цветения хлопчатника, когда растению необходимо большое количество питательных веществ для увеличения как вегетативной массы, так и непродуктивных органов.

Следовательно, посев по грядкам и гребням, изменяя водно-физические свойства и температурный режим почвы, способствует более рациональному использованию питательных элементов растениями, что оказывает положительное влияние на развитие и урожайность хлопчатника.

Рост, развитие и урожайность хлопчатника

Посевы хлопчатника как на гладком поле, так и на грядках и гребнях проводились обычными сеялками.

В нашем опыте наиболее ранние и дружные всходы хлопчатника отмечены на грядках и гребнях. Так, в 1977 г на гладком поле 28 апреля еще не было всходов, а на грядках и гребнях появилось соответственно 1,0 и 2,5%. 8 мая на грядках и гребнях было 70% и более всходов, тогда как на гладком поле — 40%. Аналогичная

Таблица 23

Динамика появления всходов в зависимости от способа технологии подготовки почвы к посеву, %

Вариант	28.04	30.04	2.05	4.05	6.05	8.5
1977 г., весенняя закладка						
Контроль	0	8,0	20,8	28,7	38,1	40,5
Гряды	1,0	20,3	53,2	63,2	58,7	70,5
Гребни	2,5	7,2	42,8	54,8	66,7	69,8
1978 г., весенняя закладка						
	11.05	13.05	15.05	17.05	20.05	
Контроль	21,8	39,7	48,2	61,1	67,7	
Гряды	32,7	54,7	64,5	71,3	75,0	
Гребни	56,3	74,3	81,5	84,0	85,5	
1978 г., осенняя закладка						
Гряды	43,0	60,7	69,2	75,5	76,1	
Гребни	49,9	68,9	76,7	83,1	86,0	

картина наблюдалась и в 1978 г. (табл. 23).

Таким образом, развитие хлопчатника, посеянного по грядкам и гребням, как весной, так и осенью протекало в лучших условиях, чем на гладком поле (хорошее прогревание почвы и отсутствие злостной почвенной корки).

По данным С. Н. Рыжова, В. П. Кондратюка, Ю. А. Погосова (1980), при выращивании хлопчатника на типичном сероземе по грядкам и гребням без применения гербицидов отмечалось интенсивное появление однолетних сорняков, особенно в начальный период после сева. В наших опытах также наблюдалась засоренность полей.

Повышенная засоренность поля при поделке гряд и гребней с осени вызвана тем, что часть семян сорняков, заделанных при пахоте, извлекалась на поверхность. Кроме того, гряды и гребни не подвергались обработке, поэтому семена сорняков, находящиеся в верхнем слое почвы, интенсивно прорастали. Приводим данные.

Вариант	После посева	Перед 1-м поливом	После 1-го полива	Сумма
Весенняя закладка				
Контроль	1,5	8,0	4,6	14,1
Гряды	1,8	4,1	3,0	8,9
Гребни	3,7	1,1	1,3	6,1
Осенняя закладка				
Гряды	6,4	4,4	2,5	13,3
Гребни	6,0	5,1	3,0	14,1

В посевах по гладкому полю сорняки уничтожались в процессе предпосевной обработки почвы, и поле оставалось чистым. Тем не менее перед и после 1-го полива на гладком поле появилось больше сорняков (12,6 шт/м²), чем на грядах и гребнях (7,1 и 2,4 шт/м²).

При весенней закладке опыта на грядах и гребнях прорастает меньше сорняков.

Высота главного стебля хлопчатника на 1.07 в контроле составила 24—36 см, на грядах — 26—38 см, на гребнях — 25—40 см (табл. 24). Бутонов 1.06 на грядах и гребнях было почти в 2 раза больше (4,3—7,2), чем на гладком поле (2,6—4,8). Симподиальных ветвей как в 1-й, так и на 2-й год опыта отмечено больше на грядах и гребнях. Так, 1.07 на грядах и гребнях симподиев насчитывалось 5—8, на гладком поле — 4—6. Такая же закономерность наблюдалась и в последующие фазы развития.

Цветение шло более интенсивно на грядах и гребнях (1,0—1,2 шт.), чем на гладком поле (0,4—0,8 шт.). Отмеченные выше различия в росте и развитии хлопчатника отражались на количестве коробочек. Если 1.09 на гладком поле коробочек было 7,7—9,6, то на грядах и гребнях — соответственно 10,1—12,4 и 9,8—11,6; раскрывшихся коробочек — на грядах и гребнях соответственно 2,4—6,7 и 2,2—6,6 на гладком поле — 0,9—4,3.

Ускоренное цветение отмечено на грядах и гребнях (табл. 25). Массовое цветение на гладком поле наступило примерно на 5—7 дней позже, чем на гребнях и грядах. 28.06 в 1977 г. на грядах и гребнях цвело соответственно 22 и 21,5% растений, на гладком поле — 6,5%; 5.07 на грядах и гребнях — 80 и 84%, на гладком поле — 45%.

Такое соотношение сохранилось и в последующие периоды развития хлопчатника.

В 1978 г. как по цветению, так и по созреванию отмечена аналогичная картина. Так, 13.07 на гладком поле цветение составило 25,5%, тогда как на грядах и гребнях как при осенней, так и весенней закладке опыта, — 50 и 62%. Если 21.07 на грядах и гребнях наблюдалось 100% цветение, то на гладком поле — 90%. Такая же закономерность отмечена и в динамике созревания. На грядах и гребнях 13.08. 1977 и 26.08. 1987 созрело соответственно 20 и 24%; 25 и 35; на гладком поле — 9 и 11%. В последующий период наблю-

Таблица 24

Рост и развитие хлопчатника в зависимости от технологии подготовки почвы к посеву

Вариант	Высота главного стебля, см										Количество, шт.			
	1.06			1.07			1.08			1.09			коробочек	
	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	1.07	1.08	1.06	в т. ч. раскр.
1977 г., весенняя закладка														
Контроль	23,3	35,6	61,6	62,6	2,6	14,8	1,3	1,3	6,2	11,6	12,3	0,4	1,9	4,3
Гряды	22,5	38,5	65,1	66,5	4,4	17,3	0,9	1,0	7,6	13,1	13,5	1,1	1,8	6,7
Гребни	23,6	39,8	62,3	65,3	4,3	17,9	1,2	1,2	7,7	12,5	12,9	1,0	1,5	6,6
1978 г., весенняя закладка														
Контроль	7,2	23,9	59,7	58,8	4,9	4,0	0,4	0,4	3,9	10,9	10,3	0,8	—	0,9
Гряды	7,8	26,0	65,6	65,8	6,9	6,1	0,4	0,5	5,1	12,2	11,5	1,0	—	2,4
Гребни	7,7	25,5	63,4	62,3	6,2	5,9	0,5	0,6	4,9	11,8	12,1	1,0	—	2,3
1978 г., осенняя закладка														
Гряды	7,8	27,3	71,1	71,4	7,0	5,2	0,6	0,6	5,4	12,2	11,3	1,2	—	2,6
Гребни	7,6	27,1	65,2	65,0	7,2	5,0	0,6	0,7	5,3	11,8	11,0	0,9	—	2,2

Примечание. В 1978 г. посев проводился на 13 дней позже (30.04), чем в 1977 (17.04).

дения темпы созревания хлопчатника остаются такими же. Так, 28.08.1977 и 2.09.1978 созревание хлопчатника составило на грядах 93,5 и 76,0—78,5%, на гребнях—92,5 и 74,0—65,0%, на гладком поле —80,0 и 30,0%.

Развитие корневой системы хлопчатника зависит от технологии подготовки почвы к посеву. На грядах и гребнях сложение почвы более рыхлое, поэтому корни размещаются равномерно по всему почвенному профилю. Стержневой корень развивается вертикально вниз, он более толстый, на всем протяжении покрыт боковыми

Таблица 25

Динамика цветения и созревания хлопчатника в зависимости от технологии подготовки почвы к посеву

Вариант	Цветение						Созревание								
	25.06	28.06	30.06	2.07	5.07	7.07	10.07	13.08	16.08	19.08	22.08	25.08	28.08	31.08	
1977 г., весенняя закладка															
Контроль	0	6,5	14,0	25,5	45,0	63,0	76,5	9,0	18,0	25,0	39,0	60,5	80,0	90,0	
Гряды	8,0	22,0	39,5	54,5	80,0	90,5	95,5	20,0	35,5	49,5	63,5	79,5	93,5	99,0	
Гребни	6,5	21,5	39,5	56,0	84,0	89,0	93,0	24,0	33,0	49,5	66,0	81,0	92,5	98,0	
	8.07	13.07	16.07	19.07	21.07	24.08	26.08	29.08	2.09	6.09					
1978 г., весенняя закладка															
Контроль	3,0	25,5	41,0	75,5	90,0	4,5	11,0	20,0	30,0	85,0					
Гряды	18,7	53,3	78,6	93,0	100	16,0	25,5	54,0	76,0	100					
Гребни	14,9	52,0	80,0	94,0	100	18,0	35,3	56,6	74,0	100					
Осенняя закладка															
Гряды	13,5	62,5	84,0	94,0	100	25,0	45,0	60,5	78,5	100					
Гребни	6,0	50,0	78,5	94,5	100	11,5	28,0	49,0	65,0	100					

корнями. На гладком поле главный корень значительно короче, диаметр заметно меньше, боковых ответвлений меньше, чем на грядах и гребнях. При этом главный корень на стыке рыхлого и уплотненного слоев изгибается и распространяется в основном в верхнем рыхлом слое почвы (рис. 8).

Следовательно, более уплотненные пахотные и подпахотные слои почвы препятствуют проникновению корней вглубь, что отрицательно сказывается на росте и развитии надземных частей. За 2 года на грядах и гребнях собрано большее количество урожая (70—80%), чем на гладком поле (63—65%). Средняя масса одной коробочки на грядах и гребнях равна 4,8—6,2 г, на гладком поле — 4,4—4,6 г (табл. 26).

Общий урожай хлопка-сырца в 1977 г. на гладком поле составил 35,8 ц/га, в 1978 г. — 33,5 ц/га; в 1977 г. на грядах и гребнях (весенняя закладка) — соответственно 41,6 и 40,0 ц/га; в 1978 г. при весенней закладке — 39,7 и 38,8 ц/га, при осенней — 39,5 и 38 ц/га.

Таким образом, на грядах и гребнях урожай хлопка-сырца был значительно выше, чем на гладком поле, как в 1-й год опыта (4,2—5,8 ц/га), так и на 2-й (6,2—5,3 ц/га и 6,0—5,1 ц/га). Наибольшая прибавка (5,8—6,2 ц/га) получена на грядах и гребнях как осенней, так и весенней закладки. Математическая обработка урожайных данных показала довольно высокую точность опытов (табл. 26).

Производственные испытания

В 1978 и 1979 гг. в том же хозяйстве, где проводились полевые опыты (колхоз им. Энгельса Вабкентского района Бухарской области), мы осуществили производственные испытания на площади соответственно 9 и 29 га.

В 1980 г. по рекомендации МСХ УзССР мы проводили производственные испытания в двух районах Бухарской области: Вабкентском районе в колхозе им. Энгельса на площади 31 га (19 га — посевы на гребнях, 12 га — на гладком поле) и Шафирканском районе в колхозе им. И. Муминова на 26 га (16 га посевы на гребнях, 10 га на гладком поле).

Поля к посеву по новой технологии (гряды и гребни) подготавливали в 1978 г. осенью, в 1979 и 1980 гг. — весной.

Посев проводили в апреле семенами сорта Ташкент-1 частогнездовыми сеялками. В течение всей вегетации хлопчатника мы строго придерживались агротехники, принятой в данных колхозах.

В 1979 и 1980 гг. до закладки опытов поля были промыты от легкорастворимых солей. В 1979 г. весной проводили вспашку на глубину 30 см безотвальным плугом, а в 1980 г. — чизелевание на глубину 20—25 см с последующим боронованием в двух направлениях для выравнивания поля. Затем нарезали гряды и гребни и сразу проводили посев семян.

Определяли влажность почвы; отбирали почвенные образцы до глубины 1,5 м для установления содержания водорастворимых солей; вели учет густоты стояния хлопчатника, а также фенологические наблюдения за его ростом и развитием; проводили апробацию урожая и фактический учет урожая хлопка-сырца.

В 1979 г. влажность почвы во всех вариантах была одинаковой (табл. 27). Так, в слое 0—70 см в среднем равнялась 17,5% а в слое 1 м — 18,5%. В 1980 г. влажность почвы на гребнях была несколько выше, чем на гладком поле: в среднем в слое 0—30 см на гребнях — 16,8%, а на гладком поле — 15,4%; в слое 0—50 см — соответственно 18,1% и 16,8. Следует отметить, что влажность почвы перед посевом на гребнях в самом верхнем слое (0—5 см) почти в 2 раза выше (11,4%), чем на гладком поле (6,9%). В период появления всходов влажность почвы на всех вариантах была почти одинаковой. Поэтому в 1979 и 1980 гг. мы не давали влагозарядковых поливов, а сразу приступали к севу.

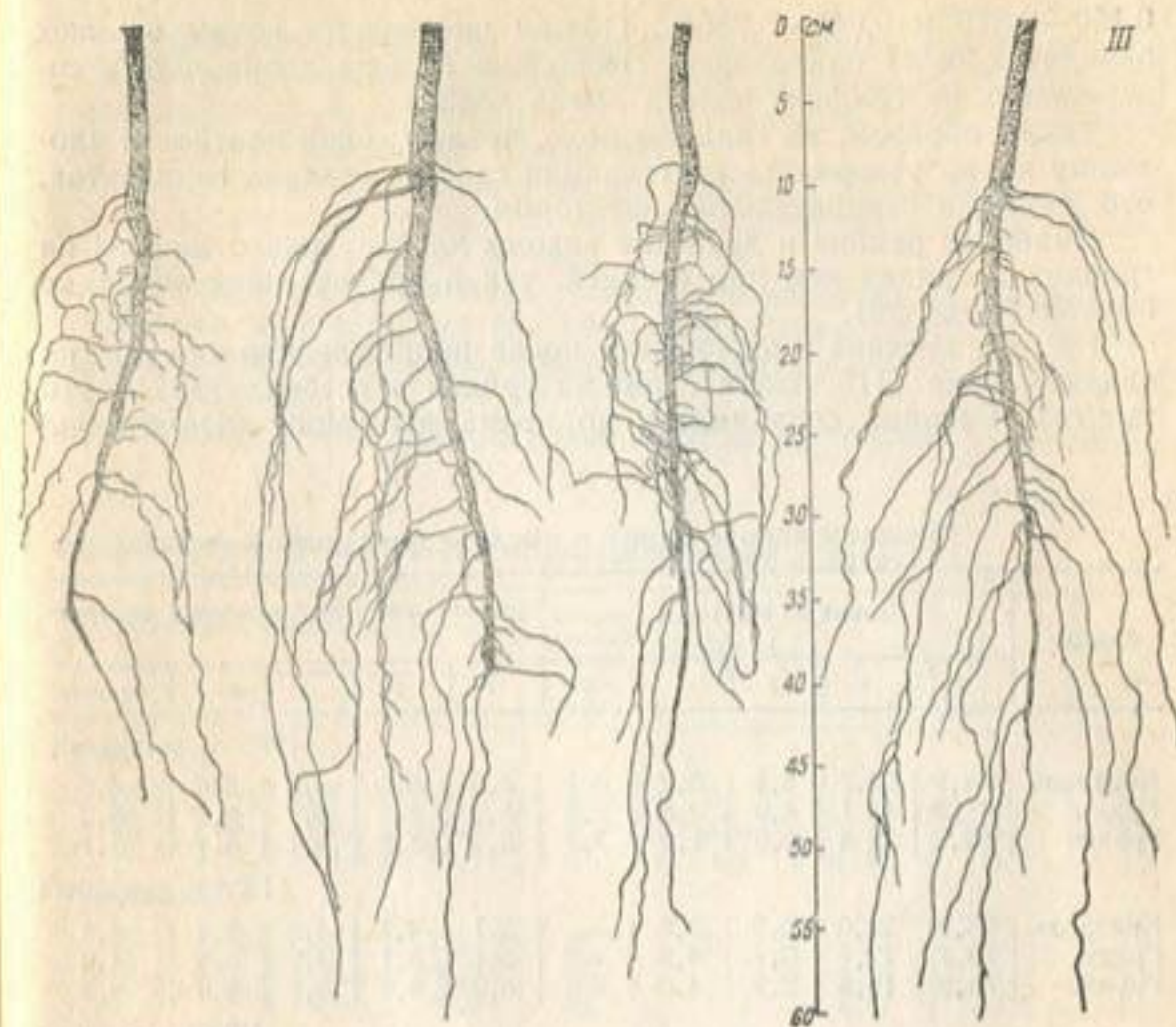
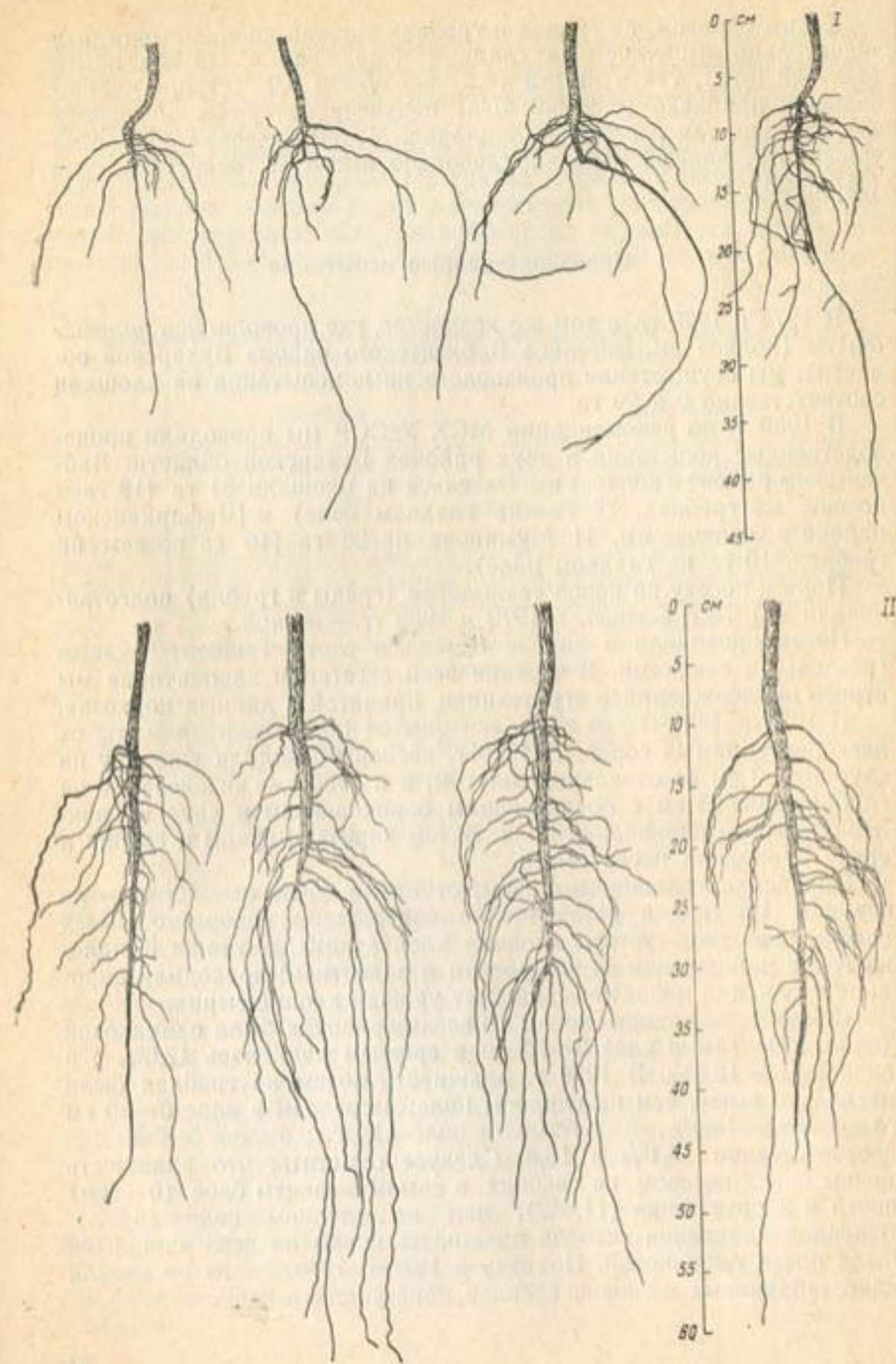


Рис. 8. Развитие корневой системы хлопчатника в контроле (I), на гребнях (II) и грядах (III).

В. А. Ковда (1947), В. П. Кондратюк (1972) и др. отмечают, что темпы реставрации солей зависят не только от способа вспашки, но и глубины обработки почвы.

При посеве хлопчатника по гребням реставрация солей в почвенном профиле происходит медленнее, чем на гладком поле (табл. 28). Так, содержание плотного остатка в почве колхоза им. Энгельса после посева на гладком поле и на гребнях было одинаковым, а перед 1-м поливом на гладком поле составляло 0,180—0,495%, на гребнях—0,190—0,295%. К концу вегетации на гладком поле оно равнялось 0,084—0,476, на гребнях—0,090—0,125%. В колхозе им. Муминова эти показатели составили соответственно

0,100—0,370 и 0,046—0,285%. Общая щелочность почвы во всех вариантах была одинаковой. Несколько больше хлора и SO_4 содержалось на гладком поле в обоих колхозах.

Таким образом, на гладком поле из-за высокой плотности сложения почвы ускорялась реставрация солей в верхних горизонтах, что является отрицательным фактором.

Наиболее ранние и дружные всходы хлопчатника отмечены на гребнях и грядах как при осенней, так и при весенней закладке опытов (табл. 29).

Густота стояния хлопчатника после прореживания больше на гладком поле (115 тыс/га), чем на грядах и гребнях (102 и 110 тыс/га). Разница сохранилась до конца вегетации хлопчатника,

Урожай хлопка-сырца и средняя масса одной коробочки в

Вариант	Урожай по сборам, %					Средняя масса одной коробочки по сборам, г				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4-5	среднее
1977 г., (весенняя)										
Контроль	64,9	22,7	4,1	5,2	3,1	5,0	5,0	4,8	3,8	4,6
Гряды	77,9	13,1	4,0	2,5	2,5	5,2	5,0	5,4	5,1	5,2
Гребни	80,2	12,4	2,5	1,0	3,3	5,2	5,2	4,8	5,1	5,1
1978 г. (весенняя)										
Контроль	63,2	29,0	3,9	3,9	—	5,1	4,8	4,6	3,4	4,4
Гряды	73,5	17,6	3,9	4,9	—	5,1	5,1	4,7	4,6	4,9
Гребни	73,3	19,8	2,9	4,0	—	5,2	4,9	4,8	4,3	4,8
1978 г. (осенняя)										
Гряды	72,9	22,4	2,8	1,9	—	5,4	5,1	4,9	4,5	5,0
Гребни	69,7	25,3	3,0	2,0	—	5,3	4,9	4,6	4,3	4,8

составляя в контроле 92, на грядах — 88, на гребнях — 90 тыс. га.

Высота главного стебля хлопчатника 5.07 за 3 года составила на гладком поле 24—57 см, на грядах и гребнях — 27—61 см. Как показывают фенологические наблюдения, в 1979 г. хлопчатник в начальный период вегетации на грядах и гребнях несколько отставал в росте от контроля из-за засоренности поля, а в последующем опередил его. Так, 5.07 высота главного стебля в контроле составила 22 см, на грядах и гребнях — соответственно 28 и 29 см.

Симподиев как в 1-й год опытов, так и в последующие было больше на грядах и гребнях, чем на гладком поле.

Все отмеченные выше различия сохранились и в отношении количества коробочек. Так, 5.09 на гладком поле коробочек (в среднем за 3 года) было 7,7—8,7, на грядах — 9,8—12,2, на гребнях — 10,1—11,7.

Преимущество новой технологии подготовки почвы к посеву хлопчатника подтверждается данными по урожаю. В 1978 г. на гладком поле было собрано 33,1 ц/га хлопка-сырца, на грядах — 37,5, на гребнях — 38,5 (табл. 30).

В 1979—1980 гг. в колхозе им. Энгельса на гладком поле собрано соответственно 33,8 и 43,5 ц/га хлопка-сырца, на грядах — 39,1, на гребнях — 39,9 и 48,5.

В колхозе им. Муминова урожай хлопка-сырца на гладком поле составил 44,3 ц/га, на гребнях — 49,9. Таким образом, прибавка урожая хлопка-сырца на грядах составила 4,4—5,3 ц/га, на гребнях — 5,4—6,1.

Большая часть урожая хлопка-сырца на гребнях была собрана

Таблица 26

зависимости от технологии подготовки почвы к посеву

Урожайность по повторности, ц/га				Общий урожай хлопка- сырца, ц/га	Прибавка, ц/га	t	Р. н	НСР _{0,5} ц/га
1	2	3	4					
закладка)								
35,5	34,9	36,9	35,8	35,8	0	—	—	6,4
40,8	41,7	42,3	41,6	41,6	5,8	9,70	0,1	3,9
40,3	39,2	40,5	40,0	40,0	4,2	7,20	0,1	3,4
закладка)								
34,7	32,8	32,3	34,2	33,5	0	—	—	7,5
38,7	39,0	40,9	40,9	39,7	6,2	8,92	0,1	4,5
37,5	39,1	38,6	40,0	38,8	5,3	6,97	0,1	7,9
закладка)								
38,8	40,8	39,7	39,3	39,5	6,0	7,79	0,1	7,2
37,9	39,6	40,9	39,0	38,6	5,1	3,57	2,0	12,4

за первый и второй сборы (табл. 29). Так, в колхозе им. Энгельса на гребнях было собрано 81% урожая против 70% в контроле, а в колхозе им. И. Муминова — 89% против 77%, т. е. на 11—12% больше, чем в контроле.

Влияние различных способов подготовки почвы к посеву на качество волокна

Технологические качества волокна мы определяли по методике, принятой в ЦНИИХП, на приборе ЛПС-4 в Институте экспериментальной биологии растений АН УзССР. Образцы для анализов отбирали со следующих симподиев: 1—3-й (первый ярус), 4—6-й (второй ярус), а также по второму сбору каждого варианта в 4-кратной повторности.

Выход волокна у хлопчатника, выращенного на грядах и гребнях, несколько выше, чем на гладком поле. В частности, на грядах и

гребнях как весенней, так и осенней закладки, он составлял 35,2 и 40,5%, тогда как в контроле — 33,9 и 35,6% (табл. 31).

Длина волокна, крепость и метрический номер, а также зрелость и разрывная длина существенно не различаются в зависи-

Таблица 2-

Влажность староошаемой луговой почвы колхоза им. Энгельса, % массы

Глубина, см	Наименьшая (полевая) влагоемкость	1979 г.			1980 г.			
		контроль	гряды	гребни	контроль		гребни	
					при посеве	на 5-й день после посева	при посеве	на 5-й день после посева
0—5	—	—	—	—	6,9	2,7	11,4	5,7
5—10	28,6	10,4	9,9	9,4	16,0	13,2	16,7	13,3
10—15	—	—	—	—	17,4	14,8	17,8	14,7
15—20	27,2	16,4	16,4	15,9	17,7	15,2	18,8	16,8
20—30	27,2	17,5	17,6	17,0	19,1	16,9	19,5	17,8
30—40	23,3	19,3	19,6	19,2	19,6	18,5	20,8	19,8
40—50	23,1	19,5	19,6	19,2	20,9	19,4	21,4	19,7
50—60	23,4	19,8	19,3	20,5	22,4	19,7	23,5	20,9
60—70	24,1	20,3	20,3	20,1	22,4	19,3	25,1	19,3
70—80	24,1	20,6	20,3	20,8	22,1	20,2	24,4	20,2
80—90	24,4	21,2	20,5	21,6	22,1	20,7	24,7	20,7
90—100	24,2	21,2	21,5	21,2	22,6	21,4	24,2	21,4
100—110	Не определялось				23,1	22,2	24,8	22,2
110—120					25,3	23,5	25,9	23,5
120—130					25,7	25,6	Гр. вода	25,6
130—140					Гр. вода			
В среднем в слое								
0—30	27,6	14,7	14,6	14,1	15,4	12,6	16,8	13,7
0—50	25,8	16,6	16,6	16,3	16,8	14,4	18,1	15,3
0—70	25,3	17,6	17,5	17,5	18,0	15,5	19,4	16,4
0—100	25,0	18,6	18,5	18,5	19,1	16,8	20,7	17,5
% наименьшей влагоемкости								
0—70	—	69,6	69,2	68,4	71,0	62,2	76,6	64,8
0—100	—	74,4	74,0	74,0	76,4	76,2	82,8	70,0

ти от технологии подготовки почвы к посеву. Отклонения по вариантам не имеют практического значения, так как в пределах одного промышленного сорта оплачиваются одинаково.

Экономическая эффективность возделывания хлопчатника по новой технологии

Экономическая эффективность возделывания хлопчатника по новой технологии (гряды и гребни) подсчитана по общепринятой

Таблица 28

Состав водной вытяжки в зависимости от технологии подготовки почвы к посеву хлопчатника, % воздушно-сухой почве

Глубина, см	Сухой остаток	Щелочность общая HCO_3	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма компонентов	Разность между суммой и сухим остатком
Контроль						
Колхоз им. Энгельса, перед посевом						
0—15	0,170	0,024	0,017	0,082	0,169	0,001
15—30	0,115	0,028	0,017	0,041	0,109	0,005
30—50	0,106	0,039	0,017	0,045	0,121	0,015
50—70	0,146	0,037	0,028	0,048	0,146	0,000
70—100	0,132	0,030	0,017	0,047	0,120	0,012
100—150	0,215	0,052	0,017	0,092	0,198	0,017
Перед 1-м поливом						
0—15	0,265	0,015	0,018	0,119	0,221	0,044
15—30	0,204	0,037	0,018	0,096	0,102	0,102
30—50	0,180	0,028	0,020	0,098	0,197	0,017
50—70	0,250	0,037	0,014	0,041	0,199	0,141
70—100	0,295	0,030	0,021	0,060	0,147	0,148
100—150	0,305	0,018	0,021	0,125	0,238	0,067
В конце вегетации						
0—15	0,185	0,021	0,033	0,060	0,166	0,019
15—30	0,162	0,026	0,025	0,010	0,078	0,084
30—50	0,160	0,027	0,028	0,057	0,155	0,005
50—70	0,120	0,018	0,030	0,090	0,204	0,006
70—100	0,476	0,018	0,090	0,190	0,474	0,002
100—150	0,084	0,024	0,008	0,030	0,073	0,011
Гребни						
Перед посевом						
0—15	0,170	0,024	0,017	0,082	0,169	0,001
15—30	0,115	0,028	0,017	0,041	0,109	0,005
30—50	0,106	0,039	0,017	0,045	0,121	0,015
50—70	0,146	0,037	0,028	0,048	0,146	0,000
70—100	0,132	0,030	0,017	0,047	0,120	0,012
100—150	0,215	0,052	0,017	0,092	0,198	0,017
Перед 1-м поливом						
0—15	0,295	0,024	0,024	0,103	0,214	0,081
15—30	0,170	0,021	0,010	0,068	0,132	0,038
30—50	0,190	0,020	0,017	0,092	0,187	0,003
50—70	0,225	0,027	0,017	0,092	0,185	0,040
70—100	0,240	0,018	0,028	0,109	0,228	0,012
100—150	0,185	0,024	0,052	0,080	0,174	0,011
В конце вегетации						
0—15	0,108	0,027	0,008	0,006	0,039	0,069
15—30	0,086	0,020	0,008	0,006	0,070	0,016
30—50	0,110	0,020	0,010	0,012	0,053	0,057

Глубина, см	Сухой остаток	Щелочность общая HCO ₃	Cl'	SO ₄ "	Сумма ком- понентов	Разность меж- ду суммой и сухим остатком
50—30	0,088	0,029	0,011	0,018	0,063	0,025
70—100	0,090	0,024	0,011	0,034	0,085	0,005
100—150	0,125	0,027	0,024	0,040	0,122	0,003

Контроль

Колхоз им. Муминова, после посева

0—15	0,150	0,039	0,010	0,078	0,141	0,009
15—30	0,065	0,030	0,007	0,005	0,033	0,027
30—50	0,140	0,030	0,010	0,053	0,114	0,026
50—70	0,150	0,030	0,010	0,020	0,065	0,085
70—100	0,200	0,030	0,010	0,062	0,128	0,072

В конце вегетации

0—15	0,370	0,012	0,035	0,179	0,345	0,025
15—30	0,172	0,023	0,011	0,090	0,168	0,004
30—50	0,135	0,015	0,014	0,060	0,125	0,010
50—70	0,158	0,024	0,011	0,076	0,148	0,010
70—100	0,100	0,028	0,007	0,046	0,097	0,003

Гребни

После посева

0—15	0,150	0,009	0,010	0,078	0,141	0,009
15—30	0,065	0,030	0,007	0,006	0,038	0,027
30—50	0,140	0,030	0,010	0,053	0,114	0,026
50—70	0,150	0,030	0,010	0,020	0,065	0,05
70—100	0,200	0,030	0,010	0,062	0,128	0,072

В конце вегетации

0—15	0,285	0,012	0,059	0,045	0,191	0,094
15—30	0,067	0,06	0,017	0,007	0,057	0,010
30—50	0,046	0,028	0,007	0,02	0,031	0,015
50—70	0,064	0,021	0,007	0,005	0,031	0,033
70—100	0,086	0,024	0,006	0,026	0,063	0,023

Примечание. Щелочность от нормы карбонатов (в CO₃) не обнаружена. методике (1980) на основании данных полевых опытов 1977 и 1978 гг. и производственных испытаний (1978—1980 гг.) в колхозе им. Энгельса Вабкентского района.

Данные по общим доходам и затратам получены в правлении колхоза. Посевы на грядах и гребнях по сравнению с обычным севом на гладком поле оказались экономически эффективными: чистая прибыль составила на грядах 125 руб./га, на гребнях—116. Приводим данные (среднее за 1977—1980 гг.)

Показатель	Контроль	Гряды	Контроль	Гребни
Урожай хлопка-сырца (среднее), ц/га	34,3	40,1	36,4	41,8
Реализационная цена 1 ц, руб.	50	50	50	50
Стоимость валовой продукции, руб.	1715	2005	1820	2090
Себестоимость 1 ц, руб.	27,0	27,2	27,0	27,2
Себестоимость продукции с 1 га, руб.	926	1091	983	1137
Разница, руб.	789	914	837	953
Чистый доход, руб.	—	125	—	116

Таблица 29

Всходы, рост, развитие и густота стояния хлопчатника

Вариант	Всходы, %			Густота стояния, тыс/га		Высота главного стебля, см				Количество				
	11.05	15.05	20.05	после про- реж.	в кон- це ве- гетац.	5.05	5.07	5.08	5.09	симподиев	коробочек			

Колхоз им. Энгельса, 1978 г. (осенняя закладка)

Посев 30.04

Контроль	21,8	48,2	67,7	—	—	7,2	23,9	61,1	60,6	3,9	10,0	10,3	4,2	7,7
Гряды	43,0	69,2	76,1	—	—	7,6	27,1	65,2	65,0	5,3	11,8	12,0	6,1	9,8
Гребни	49,9	76,7	86,0	—	—	7,8	27,3	71,1	71,4	5,4	12,2	12,3	6,4	10,1

1979 г. (весенняя закладка)

Посев 17—18.04

Контроль	Не опр.	115	92	7,4	22,5	50,2	61,9	4,2	10,2	12,0	4,1	7,8
Гряды	.	102	88	6,0	27,6	60,7	78,2	5,8	10,7	13,1	3,0	10,2
Гребни	.	110	90	6,2	28,9	64,8	75,6	5,7	12,0	13,1	3,9	10,5

1980 г. (весенняя закладка)*

Посев 20—23.04

Контроль	9,4	26,2	58,9	148	145	14,2	57,1	75,6	79,8	8,3	11,6	12,6	5,8	8,6
Гребни	25,6	63,4	93,3	142	138	17,6	61,5	82,0	90,7	9,1	12,1	13,6	7,6	10,2

Колхоз им. И. М. Муминова

Посев 14—16.04

Контроль	—	—	—	148	144	9,6	42,7	58,9	70,2	7,0	10,6	13,0	5,7	8,7
Гребни	—	—	—	128	126	15,0	57,0	62,9	85,1	9,2	11,1	14,5	6,8	11,7

*В 1980 г. всходы учитывались 27.04, 29.04 и 3.05.

Результаты наших исследований внедряются в сельскохозяйственное производство, посевная площадь под грядами и гребнями из года в год увеличивается.

Урожай хлопка-сырца

Вариант	По сборам								Общий	Прибавка
	ц/га				% суммы					
	1-й	2-й	3-й	4-й	1-й	2-й	3-й	4-й		

Колхоз им. Энгельса, 1979 г.										
Контроль	15,4	8,5	5,9	4,0	45,6	25,1	17,5	11,8	33,8	0
Гряды	16,0	13,0	4,5	5,6	41,0	33,2	11,5	14,3	39,1	5,3
Гребни	17,1	13,6	3,2	6,0	42,9	34,1	8,0	15,0	39,9	6,1

1980 г.										
Контроль	17,4	13,1	8,5	4,5	40,0	30,1	19,5	10,5	43,5	0
Гребни	20,8	19,1	6,2	2,9	41,9	39,4	12,8	5,9	48,5	5,0

Колхоз им. Муминова, 1980 г.										
Контроль	18,9	15,2	7,2	3,0	42,7	34,3	16,2	6,8	43,3	0
Гребни	23,7	20,6	3,4	2,2	47,5	41,3	6,8	4,4	49,9	5,6

Таблица 31

Влияние различных способов подготовки почвы к посеву на качество волокна

Вариант	Сбор и ярус	Выход волокна, %	Длина волокна, мм	Крепость, г. с.	Метрический номер	Зрелость	Разрывная длина, мм
Весенняя закладка							
Контроль	1-й ярус	33,9	29,2	4,5	5310	2,0	23,9
	2-й ярус	35,6	29,8	4,7	5130	2,0	24,0
	2-й сбор	33,9	28,9	4,2	5750	1,9	24,2
Гряды	1-й ярус	35,2	29,3	4,4	5370	2,0	23,6
	2-й ярус	36,0	29,1	4,7	5150	2,0	24,2
	2-й сбор	37,4	30,3	4,2	5710	1,9	24,0
Гребни	1-й ярус	39,8	30,0	4,5	5230	2,0	23,8
	2-й ярус	40,4	31,3	4,6	5200	2,1	23,9
	2-й сбор	38,6	29,3	4,4	5370	2,0	23,6
Осенняя закладка							
Гряды	1-й ярус	35,3	30,2	4,5	5230	2,0	23,8
	2-й ярус	40,2	28,0	4,7	5110	2,0	24,0
	2-й сбор	37,3	28,8	4,5	5230	2,0	23,8
Гребни	1-й ярус	35,4	29,8	4,7	5130	2,0	24,0
	2-й ярус	40,5	29,0	4,5	5340	2,0	24,0
	2-й сбор	37,6	29,0	4,1	5800	1,9	23,8

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова М. М. Опыт по изучению передвижения капиллярной подвешенной влаги при испарении — Почвоведение, 1948, № 1, с. 24—32.
- Абрамова М. М., А. Ф. Большаков, Н. С. Орешкина, А. А. Роде. Испарение из почвы подвешенной влаги. — Почвоведение, 1956, № 2, с. 27—40.
- Авезов Р. Р., Касимов Б. Х., Умаров Г. Я., Пулатов С. П. Эффект гребнепрофилированного выращивания хлопчатника. Тр. САО ВАСХНИЛ, вып. 8. Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1980, с. 3—10.
- Азамова Д. К. Выявление оптимальной плотности сложения пахотного горизонта некоторых орошаемых почв Каршинской степи и влияние ее на развитие хлопчатника. Тр. Ин-та почвоведения, вып. 9. Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1974, с. 148—152.
- Азамова Д. К. Влияние плотности сложения пахотного горизонта на свойства и производительную способность орошаемых почв Каршинской степи. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ташкент, 1979, с. 6—21.
- Азамова Д. К., Курвантаев Р. Водопотребление хлопчатника и испарение влаги с поверхности почвы в зависимости от плотности сложения. — В кн.: Научные проблемы почвоведения и агрохимии. Труды ИПА АН УзССР, вып. 22. Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1982, с. 3—7.
- Аделунг А. С., Кушнар С. А., Чихачев П. К. Юго-Западные Кызыл-Кумы. Геология Узбекской ССР, т. II, М.: Л.: ОНТИНКТП, 1937, с. 101—151.
- Атаманюк А. К. Агрономическое значение плотности почв. — В кн.: Вопросы исследования и использования почв Молдавии. Кишинев: Карта молдавиянскэ, 1964, с. 78—88.
- Атаманюк А. К. Оптимальная плотность пахотного слоя черноземных почв Молдавии для зерновых культур. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 1, Л.: Гидрометеониздат, 1968, с. 157—162.
- Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. Л.: Гидрометеониздат, 1960, с. 3—123.
- Балябо Н. К. Сохранение влаги в почве весной и в первый период вегетации хлопчатника — Хлопководство, 1952, № 3, с. 27—34.
- Балябо Н. К. Повышение плодородия почв орошаемой хлопковой зоны СССР. М.: Сельхозгиз, 1954, с. 234—258.
- Балябо Н. К., Васильева С. Г. К вопросу о динамичности полевой влагоемкости почв при разном сложении. — Почвоведение, 1951, № 8, с. 457—468.
- Бахтин П. У. Динамика физико-механических свойств почв в связи с вопросами их обработки. — Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева, т. 45, 1954, с. 43—207.
- Бахтин П. У. Характеристика крошения и степени распыления почв при плужной обработке в различных почвенных зонах СССР в зависимости

- от скорости вспашки и влажности почвы.— В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 1, Л.: Гидрометеониздат, 1968, с. 72—78.
- Бекаревич Н. Е., Буров Д. И., Долгов С. И., Ревут И. Б., Шевлягин А. И. Структура почвы и условия жизни растений.— В кн.: Физика и химия, биология и минералогия почв СССР. М.: Наука, 1963, с. 19—30.
- Бекаревич Н. Е., Буров Д. И., Долгов С. И., Ревут И. Б., Шевлягин А. И. Структура почвы и условия жизни растений.— В кн.: Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика. М.: Колос, 1965, с. 293, 304.
- Бияшев Р. С. Влияние строения пахотного слоя, величины агрегатов и плотности их сложения на водоудерживающую способность почв.— Науч. бюл. СоюзНИХИ. «Вопросы физики и химии почв», № 3 (24), Ташкент, 1936, с. 12—27.
- Бобкова Л. П. Влияние различной плотности почвы на всхожесть и развитие дынь.— В кн.: Гидрофизика и структура почвы. Л.: Гидрометеониздат, 1965, с. 107—111.
- Борисов В. Преимущество посева пропашных на гребнях.— Земледелие, 1969, № 5, с. 37—38.
- Васильев А. М., Лебедева В. Г., Ревут И. Б. Плотность почвы, физические условия и ее плодородие.— В кн.: Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика. М.: Колос, 1965, с. 314—323.
- Васильев А. М., Ревут И. Б. Плотность почвы, оптимальная для роста сельскохозяйственных растений на южных карбонатных черноземах Целиноградской области.— В кн.: Гидрофизика и структура почвы, Л.: Гидрометеониздат, 1965, с. 95—102.
- Вершинин П. В. О физико-химической природе почвенной структуры.— Сб. трудов по агрономической физике, вып. 6, М.; Л.: Гос. изд-во сельхозлит., 1953, с. 208—218.
- Вершинин П. В. Почвенная структура и условия ее формирования. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 5—179.
- Вильямс В. Р. Почвоведение с основами земледелия, т. VI, М.: Изд-во АН СССР, 1950, с. 423—474.
- Виссер О. А. Влияние плотности почвы на урожай картофеля.— В кн.: Гидрофизика и структура почвы. Л.: Гидрометеониздат, 1965, с. 103—106.
- Гафуров К., Абдуллаев С. Характеристика почвенного покрова орошаемой зоны Бухарской области. Ташкент: Фан, 1982, с. 16—125.
- Генусов А. З. Почвы и земельные ресурсы Средней Азии. Ташкент: Фан, 1983, с. 34—127.
- Горбунов Б. В. Орошаемые почвы Средней Азии.— В кн.: География и классификация почв Азии. М.: Наука, 1965, с. 39—49.
- Горбунов Б. В., Кимберг Н. В., Шувалов С. А. Опыт классификации почв Узбекистана, серия 10, почвоведение, вып. 1, Ташкент: Изд-во Фан, 1941, с. 3—28.
- Горбунов Н. И., Бекаревич Н. Е. Почвенная корка при орошении хлопчатника. М.: Изд-во АН СССР, 1955, с. 5—46.
- Гранитов И. И. Растительный покров Юго-Западных Кызыл-Кумов, т. II, Ташкент: Фан, 1967, с. 6—295.
- Гребне-рядовая технология возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке. Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1974, с. 52—280.
- Гринько Н. И. Влияние уплотнения почвы на некоторые физические свойства и ее биологическую активность.— В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 1, Л.: Гидрометеониздат, 1968, с. 127—130.
- Гуссак В. Б., Рыжов С. Н. Агрофизические свойства почв.— В кн.: Хлопчатник, т. II, Ташкент: Изд-во АН СССР, 1957, с. 395—442.
- Джуракулов Б., Халмуратов Н. Преимущество гребневого способа сева.— Сельское хозяйство Узбекистана, 1980, № 2, с. 24—25.

- Димо Н. А. Почвенные и ботанико-географические наблюдения и исследования в бассейнах рр. Амударьи и Сырдарьи. М.: т-во «Печатная С. П. Яковлева», 1916, с. 4—20.
- Димо Н. А. Почвенно-ботанические экспедиции весной 1925 года в Юго-Восточную часть Туркменистана.— Известия Института почвоведения и геоботаники САГУ, вып. 1, Ташкент, 1925, с. 49—62.
- Димо В. Н. Тепловой режим почв СССР, М.: Колос, 1972, с. 9—345.
- Долгов С. И. Влияние строения почвы на испарение из нее воды.— «Физика почв», Труды ВИУА им. К. К. Гедройца, вып. 18, М., 1937, с. 75—98.
- Долгов С. И. Исследование подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948, с. 38—119.
- Долгов С. И., Модина С. А., Личманов Б. В. Изучение оптимального (для культурных растений) сложения пахотного слоя почвы.— Тезисы докл. на третьем Всесоюзном делегатском съезде почвоведов. Тарту, 1966, с. 25—26.
- Долгов С. И., Модина С. А. О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от плотности почвы.— В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеониздат, 1969, с. 54—64.
- Егорченков А. Соя на гребнях.— Земледелие, 1970, № 3, с. 48—49.
- Жученков А. А. Реакция растений на плотность дерново-подзолистой глееватой почвы.— В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеониздат, 1969, с. 214—216.
- Закиров К. З. Флора и растительность бассейна реки Зеравшан. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1955, с. 48—74.
- Закиров А. Рост, развитие и продуктивность хлопчатника в зависимости от глубокого рыхления и послойного внесения удобрений. Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Ташкент, 1974, с. 5—35.
- Зимина Н. И. Физические свойства почв Мургабской долины.— В кн.: Почвы дельты Мургаба и вопросы агротехники хлопчатника. Ташкент: объедин. изд-во «Правда Востока», 1957, с. 69—92.
- Зимина Н. И., Красноухова Р. А. Влияние освоения на подвижность почвенной влаги светлых сероземов Голодной степи.— Труды СоюзНИХИ, вып. XVIII, «Физические свойства почв, применение удобрений и вопросы мелиорации». Ташкент: Узбекистан, 1970, с. 44—50.
- Зубарев А. И. Возделывание кукурузы на дерново-подзолистых почвах при гребневых посевах.— Почвоведение, 1961, № 11, с. 65—72.
- Иванов А., Стойнев К. Изучение влияния плотности почвы на ее плодородие и количество недоступной влаги в ней.— В кн.: Физика почв и приемы их обработки, вып. 14, Л.: Колос, 1967, с. 193—203.
- Иванов П. К., Коробова Л. И. Плотность почвы и плодородие.— В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеониздат, 1969, с. 45—53.
- Икрамов Ж. Дифференциальная порозность почв Узбекистана и их предварительная оценка.— Труды НИИПА, вып. 13, Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1977, с. 27—38.
- Икрамов Ж., Яковлева Э. Ф. Сложение почвы, как фактор, определяющий передвижения влаги и развитие хлопчатника.— Труды НИИПА, вып. 9, Ташкент: Изд-во МСХ УзССР, 1974, с. 152—160.
- Ильин И. Р. Воздушный режим и плотность почвы в Приднестровье при орошении.— Тезисы докл. на третьем Всесоюзном делегатском съезде почвоведов. Тарту, 1966, с. 36—37.
- Ильин И. Р. Плотность почвы и вопросы методики вегетационного и полевого опыта.— Вестник с.-х. науки, 1967, № 5, с. 93—98.
- Ильин И. Р. Воздушный режим и плотность орошаемых почв Приднестровья.— В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 1, Л.: Гидрометеониздат, 1968, с. 262—267.
- Инякин Л. А. Плотность почвы и физические процессы в ней (обзор литературы). Ставрополь: Ставропольское книжное изд-во, 1973, с. 5—55.

- Каспиров А. И. Почвенная корка и борьба с ней. М.; Л.: Сельхозгиз, 1958, с. 3—140.
- Качинский Н. А. Физика почвы. М.: Высшая школа, 1965, с. 22—318.
- Кашкаров А. К. Приемы создания мощного культурного пахотного слоя на орошаемых сероземах Средней Азии. — В кн.: Материалы объединенной сессии по хлопководству, т. II, Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1957, с. 3—7.
- Кашкаров А. К. О природе плужной подошвы. — Хлопководство, 1969, № 11, с. 38—39.
- Кашкаров А. К., Джураев А. Глубокое рыхление как средство борьбы с плужной подошвой. — Хлопководство, 1964, № 2, с. 16—19.
- Кашкаров А. К., Файзиев Т. З. Гребневая культура хлопчатника. — Сельское хозяйство Узбекистана, № 2, 1972, с. 40—41.
- Кашкаров А. К., Файзиев Т. З. Гребневая культура хлопчатника на луговых почвах. — Хлопководство, 1973, № 1, с. 21—22.
- Кац Д. М. Режим грунтовых вод орошаемых районов и его регулирование. М.: Сельхозлит, 1963, с. 209—286.
- Кимберг Н. В. Почвы пустынной зоны Узбекистана. Ташкент: Фан, 1974, с. 189—230.
- Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв, ч. II. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947, с. 72—86.
- Козлова Л. Д., Ревут И. Б. Биологическая активность и плодородие почвы при различных приемах ее обработки. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 3. Л.: Гидрометеоиздат, 1972, с. 155—161.
- Кондратюк В. П. Агрономическое значение плотности (объемного веса) почвы при возделывании хлопчатника. — Труды СоюзНИХИ, вып. 6, Ташкент: Узбекистан, 1965, с. 41—53.
- Кондратюк В. П. Обработка почвы под посев хлопчатника в Средней Азии. Ташкент: Фан, 1972, с. 5—275.
- Кондратюк В. П., Махмудов В. Посев хлопчатника на грядах и гребнях на светлых сероземах Андижанской области. — Сб. научных трудов Андижанского филиала СоюзНИХИ. Ташкент, 1976, с. 121—126.
- Копержинский В. В. Физические свойства и аэрация луговых почв и их плодородие. — Почвоведение, 1939, № 6, с. 48—59.
- Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. М.; Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1961, с. 213—410.
- Красноухова Р. А. Изучение скорости передвижения почвенной влаги при разных формах воды в зависимости от агротехнических мероприятий. СоюзНИХИ, Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1961, с. 40.
- Курвантаев Р. Влияние плотности сложения на водно-физические свойства староорошаемой луговой почвы Бухарского оазиса. — Труды НИИПА, Научные проблемы повышения плодородия почв, вып. 17. Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1979, с. 93—99.
- Курвантаев Р. Влияние плотности сложения почвы на развитие микрофлоры и корневую систему хлопчатника. — В кн.: Материалы Республиканской школы-семинара молодых ученых и специалистов по проблемам повышения эффективности сельскохозяйственного производства в свете решений июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС (секция почвоведения и агрохимии). Ташкент: Изд. МСХ УзССР, 1979, с. 80—83.
- Курвантаев Р. Содержание питательных элементов в почве при посеве хлопчатника на грядах и гребнях. — В кн.: Материалы X конференции молодых ученых Узбекистана по сельскому хозяйству (секция почвоведения, агрохимии, общего земледелия). Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1980, с. 20—23.
- Курвантаев Р. Влияние различной плотности почвы на ее питательный режим. — В кн.: Проблемы повышения эффективности сельскохозяйственного производства, Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1981, с. 55—65.
- Курвантаев Р. Изменение температурного режима почвы при севе хлопчатника по грядам и гребням. — Труды ИПА АН УзССР, вып. 23. Вопросы освоения и повышения производительной способности почв Узбекистана. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1983, с. 70—77.
- Курвантаев Р. Темпы развития хлопчатника в зависимости от плотности сложения почв и способа посева. — Труды ИПА АН УзССР, вып. 24. Агрохимические и биологические свойства почв Узбекистана, Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1983, с. 64—72.
- Курвантаев Р. Создание гряд и гребней — залог высокого урожая хлопчатника в условиях пустынной зоны Узбекистана. — Информационное сообщение № 307, Ташкент: Фан, 1983, с. 3—19.
- Курвантаев Р. Влияние плотности сложения почвы на ее плодородие и пути его повышения в целях интенсификации хлопководства. Бюл. Почвенного института им. В. В. Докучаева, «Физические и химические основы почвенного плодородия», вып. 33, М., 1983, с. 10—12.
- Литвинов Б. С. Плотность почвы и урожай. — Земледелие, 1979, № 1, с. 27—29.
- Лобова Е. В. Почвы пустынной зоны СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 3—350.
- Лобова Е. В. Классификация пустынных почв суббореального пояса. — В кн.: География и классификация почв Азии. М.: Наука, 1965, с. 11—36.
- Меерсон Г. М. Посев и культура пропашных на грядах. — Советский хлопков, 1983, № 8—9, с. 29—35.
- Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Ташкент: объедин. изд-во «Правда Востока», 1963, с. 5—424.
- Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником. Ташкент: Узбекистан, 1973, с. 5—223.
- Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: Колос, 1980, с. 3—31.
- Мипашина Н. Г. Особенности микростроения целинного серозема и орошаемых почв Зеравшанской долины. — В кн.: Влияние орошения на почвы оазисов Средней Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 112—132.
- Михайлов Б. Д. Влияние структурного состояния почвы на глубины междурядных обработок и на величину испарения. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1955, с. 22—63.
- Мичурин Б. Н. Доступность влаги для растений в зависимости от структуры и плотности сложения почв и грунтов. — В кн.: Вопросы агрономической физики ВАСХНИЛ, Л.: Сельхозгиз, 1957, с. 56—70.
- Мичурин Б. Н. Структура и водно-физические свойства почв. — Сб. трудов по агрономической физике, вып. 10. Л.; М.: Сельхозлит, 1962, с. 145—153.
- Мичурин Б. Н. Связь содержания влаги со всасывающим давлением и плотностью почвы. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв. Л.: Гидрометеоиздат, 1968, с. 40—43.
- Мичурин Б. Н., Онищенко В. Г. Зависимость между всасывающим давлением и влажностью в почвах с разной удельной поверхностью и плотностью. — Сб. трудов по агрономической физике, вып. 22. Л.: Колос, 1970, с. 25—31.
- Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972, с. 170—187.
- Молодцов В. А. Ирригационные наносы оазисов долины р. Зеравшан и дельты р. Мургаб. — В кн.: Влияние орошения на почвы оазисов Средней Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 44—110.
- Молодцов В. А. Изменение почв долины Зеравшан при орошении. — В кн.: Оазисное почвообразование и перспективы интенсификации орошаемого земледелия. М.: Наука, 1965, с. 124—179.
- Морозова Э. Ф. Влияние сложения пахотного слоя на свойства орошаемого типичного серозема и урожай хлопчатника. — Почвоведение, 1964, № 3, с. 71—77.

- Мухамеджанов М. В. Севообороты и углубление пахотного слоя в районах хлопководства. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1962, с. 189—245.
- Мухамеджанов М. В. Система земледелия по коренному повышению плодородия орошаемых почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Ташкент: Фан, 1974, с. 3—23.
- Мухамеджанов М. В. Новая система земледелия по коренному повышению плодородия орошаемых почв. Ташкент: Фан, 1978, с. 5—59.
- Мухамеджанов М. В., Сулейманов С. Корневая система и урожайность хлопчатника. Ташкент: Узбекистан, 1978, с. 83—189.
- Наумов С. А. Оптимальная плотность серой лесной почвы для полевых культур и роль механической обработки в ее регулировании. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеиздат, 1969, с. 115—125.
- Нерпин С. В., Соколовская Н. А., Ревут И. Б. О передвижении воды в почве в зависимости от размера агрегатов. — В кн.: Гидрофизика и структура почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1965, с. 61—72.
- Неуструев С. С. К вопросу о географическом разделении степей и пустынь в почвенном отношении. — Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева, вып. 5, Л., 1931, с. 69—76.
- Орлов М. А. Изменение почвообразовательных процессов пустынь Средней Азии под влиянием орошения. — В кн.: Хозяйственное освоение пустынь Средней Азии и Казахстана. М.; Ташкент: Объед. изд-во Среднеазиат. отделения, 1934, с. 138—145.
- Павлов Г. И. Динамика строения пахотного горизонта в условиях орошаемого земледелия и факторы, ее обуславливающие. — В кн.: Материалы по опытно-оросительному делу, т. 1. Ташкент: Изд-во отдела ОИВХ, 1930, с. 38—60.
- Паганяс К. П. Искусственная структура, функциональные свойства почвы и урожайность хлопчатника. Ташкент: Фан, 1972, с. 35—86.
- Паганяс К. П. Оптимизация основных свойств и режимов орошаемых типичных сероземов при искусственном оструктурировании. Ташкент: Фан, 1982, с. 32—110.
- Панков М. А. Гидроморфные почвы сероземного пояса и пустынной зоны. — В кн.: Хлопчатник, т. II. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1957, с. 284—327.
- Пигулевский М. Х. Основы и методы изучения физико-механических свойств почвы. — Труды ЛОВИУАА, вып. 44. Л.: изд. ЛОВИУАА ВАСХНИЛ, 1936, с. 15—139.
- Погосов Ю. А. Эффективность посевов хлопчатника на грядах и гребнях в условиях типичных сероземов. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Ташкент: 1975, с. 3—22.
- Пономарев Е., Базаров О. Подготовка почвы к севу по гребням. — Хлопководство, 1981, № 4, с. 18—19.
- Пулатов С. П. Профилированно-гребневой посев — перспективный прием возделывания хлопчатника. — Сб. трудов САО ВАСХНИЛ, вып. 8. Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1980, с. 84—89.
- Рассел Э. Д. Почвенные условия и рост растений. М.: ИЛ, 1955, с. 81—87, 331—340.
- Ревут И. Б. Физика почв и проблема их обработки. — Вестник с.-х. науки, 1961, № 7, с. 30—41.
- Ревут И. Б. Теоретическое обоснование новых элементов технологии обработки почвы. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, Л.: Гидрометеиздат, 1969, вып. 2, с. 6—19.
- Ревут И. Б. Физика почв. Л.: Колос, 1972, с. 5—356.
- Ревут И. Б. Новое о науке о механической обработке почвы. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 3, Л.: Гидрометеиздат, 1972, с. 5—10.
- Ревут И. Б., Масленникова Г. Л., Романов И. А. Химические способы воздействия на испарение и эрозию почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1973, с. 5—42.
- Ремидовский Ю. М. Развитие хлопководства США. — Хлопководство, 1972, № 5, с. 39—44.
- Роде А. А. Почвенная влага. М.: Изд-во АН СССР, 1952, с. 15—444.
- Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге, т. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1965, с. 15—638.
- Розанов А. Н. Значение ирригационных наносов для генезиса плодородия и мелиорации орошаемых почв. — Почвоведение, 1959, № 2, с. 8—17.
- Роктанян Л. С. К вопросу о задачах обработки почв. — Земледелие, 1969, № 3, с. 38—41.
- Рубинштейн М. И., Ажигоев П. К., Калягина Ю. Ф. Физические свойства почвы, биологическая активность и урожай сахарной свеклы в зависимости от глубины ее основной обработки на Юго-Востоке Казахстана. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеиздат, с. 228—232.
- Рыжов С. Н. Влияние дренажных прослоек на водопроницаемость и вододерживающую способность почв. — Почвоведение, 1940, № 7, с. 22—36.
- Рыжов С. Н. Современное состояние орошаемых почв Средней Азии, их классификация и пути дальнейшего повышения плодородия. — В кн.: Изучение почв при окультуривании, их классификация и диагностика. М.: Колос, 1965, с. 92—99.
- Рыжов С. Н., Дурновцев Д. Н., Устинович А. Ф. Причины образования уплотненного подпахотного слоя на поливных землях Средней Азии. — Почвоведение, 1938, № 10, с. 1322—1328.
- Рыжов С. Н., Ефимов А. И. Физическая спелость почвы и ее агрономическое значение. — Химизация социалистического земледелия, 1938, № 3, с. 49—63.
- Рыжов С. Н., Мухамеджанов М. В. Агрономическое значение структуры и сложения почвы. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв. Л.: Гидрометеиздат, 1968, с. 53—60.
- Рыжов С. Н., Кондратюк В. П., Торонкина А. Л. Теоретические основы допосевной обработки под хлопчатник орошаемых почв Средней Азии. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеиздат, 1969, с. 20—31.
- Рыжов С. Н., Кондратюк В. П., Погосов Ю. А. Новое в обработке орошаемых почв под посев хлопчатника. — Хлопководство, 1971, № 9, с. 18—20.
- Рыжов С. Н., Слесарева Л. Н. Роль основной обработки орошаемых сероземов в создании благоприятных почвенных условий для развития хлопчатника. — В кн.: Вопросы обработки почв. М.: Колос, 1979, с. 190—202.
- Рыжов С. Н., Кондратюк В. П., Погосов Ю. А. Возделывание хлопчатника по грядам и гребням. Ташкент: Фан, 1980, с. 3—71.
- Рябова Е. П. Гребневая культура как тепломелиоративный прием выращивания растений. — В кн.: Вопросы агрономической физики. Л.: Сельхозгиз, 1957, с. 155—165.
- Сидорова Т. М., Артыкбаева Х., Ахмедов К. С. Искусственная структура на светлом сероземе. — Хлопководство, 1965, № 1, с. 41—43.
- Синельников Ю. И. Об агрономическом значении почвенной плотности. — Почвоведение, 1954, № 10, с. 52—61.
- Слесарева Л. Н., Рыжов С. Н. Сложение и структурное состояние типичного серозема и их агрономическое значение. — Почвоведение, 1972, № 12, с. 8—91.
- Соколовская Н. А. Влияние плотности почвы на распределение пор по размерам и водно-физические свойства. — Сб. трудов АФИ, вып. 14, Физика почв и приемы их обработки. Л.: Колос, 1967, с. 136—143.
- Соколовская Н. А. Роль почвенной структуры в передвижении воды к зоне потребления. — Почвоведение, 1967, № 10, с. 69—77.
- Соколовская Н. А. О содержании продуктивной влаги в почвах в связи с их употреблением. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв. Л.: Гидрометеиздат, 1968, с. 49—52.

- Соколовская Н. А. О роли плотности почвы в усвоении доступной влаги растениями. — Сб. трудов по агрономической физике, вып. 22. Л.: Колос, 1970, с. 32—36.
- Станков Н. З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964, с. 105—161.
- Справочник по климату СССР, вып. 19. Л.: Гидрометеониздат, 1965, с. 38, 45, 232.
- Тияджюлис А. П., Зимкувене А. Плотность почвы и рост растений. — Тезисы докл. на третьем Всесоюзном делегатском съезде почвоведов, Тарту, 1966, с. 26—27.
- Тияджюлис А. П., Зимкувене А. Плотность почвы и рост растений. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 1, Л.: Гидрометеониздат, 1968, с. 333—337.
- Торопкина А. Л. Влияние способов основной обработки почвы на развитие микрофлоры. — Хлопководство, 1959, № 3, с. 31—35.
- Торопкина А. Л. Плотность сложения почвы и жизнедеятельность микроорганизмов в орошаемых сероземах. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 2, Л.: Гидрометеониздат, 1969, с. 402—406.
- Третьяков Н. Н., Иванов В. К. Об оптимальной плотности почвы для пропашных культур. — В кн.: Теоретические вопросы обработки почв, вып. 1, Л.: Гидрометеониздат, 1968, с. 292—299.
- Турсунходжаев З. С. и др. О значении люцерны в хлопково-кукурузно-люцерновом севообороте. — Хлопководство, 1963, № 11, с. 1—5.
- Турсунов Л. Почвенные условия орошаемых земель западной части Узбекистана. Ташкент: Фан, 1981, с. 35—210.
- Умаров М. У. Физические свойства почв районов нового и перспективного орошения УзССР. Ташкент: Фан, 1974, с. 247—260.
- Умаров М. У., Икрамов Ж., Яковлева Э. Ф., Азамова Д. К., Абдужалалова М. У., Гойхенберг Е. М. Оптимальная плотность основных орошаемых почв и некоторые пути ее создания и поддержания под культуру хлопчатника. — В кн.: Физика, химия и мелиорация почв Узбекистана, вып. 11. Ташкент: Фан, 1974, с. 5—34.
- Умаров М. У., Икрамов Ж., Яковлева Э. Ф., Азамова Д. К., Абдужалалова М. У., Гойхенберг Е. М. Изучение почвенных процессов по созданию и поддержанию оптимальных физических и биологических условий, в связи с применением новой технологии подготовки земель под хлопчатник в Каршинской степи. — Тезисы докл. V делегатского съезда ВОП, вып. 1, Минск, 1977, с. 93—94.
- Умаров М. У., Икрамов Ж., Азамова Д. К., Яковлева Э. Ф. Выращивание хлопчатника на гребнях и грядах. — Хлопководство, 1978, № 9, с. 28—29.
- Умаров М. У., Курвантаев Р. Рост, развитие и урожай хлопчатника при различной плотности сложения пахотного горизонта лугово-оазисной почвы Бухарской области. — Труды НИИПА МСХ УзССР, вып. 14, Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1978, с. 16—20.
- Умаров М. У., Яковлева Э. Ф., Абдужалалова М. У., Икрамов Ж., Азамова Д. К., Курвантаев Р. Итоги исследований по поддержанию оптимальных водно-физических условий для культуры хлопчатника. — В кн.: Дальнейшее развитие хлопководства в СССР, М.: Колос, 1979, с. 356—361.
- Умаров М. У., Икрамов Ж. Изучение и создание оптимальных физических свойств почвы в целях интенсификации хлопководства. Ташкент: Фан, 1979, с. 15—81.
- Умаров М. У., Курвантаев Р. Урожайность хлопчатника при посеве его на грядах и гребнях. — Труды НИИПА, вып. 19. Ташкент, 1980, с. 119—125.
- Умаров М. У., Курвантаев Р. Повышение плодородия почвы путем посева хлопчатника на грядах и гребнях. — В кн.: Материалы республиканского совещания по проблемам повышения плодородия орошаемых почв Узбекистана, Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1982, с. 175—178.
- Устинович А. Ф. Материалы по характеристике уплотнения подпахотного слоя почвы в условиях орошаемого земледелия Голодной степи. — Бюл. СоюзНИХИ, Ташкент: изд. СоюзНИХИ, 1935, № 2, с. 111—115.
- Устинович А. Ф. Влияние уплотненного подпахотного горизонта почвы на развитие корневой системы хлопчатника. — Советский хлопок, 1937, № 5, с. 12—15.
- Фелициант И. Н. Солонцеватость почв и урожай хлопчатника. — Хлопководство, 1964, № 1, с. 25—26.
- Фелициант И. Н. Почвы Хорезмской области. — В кн.: Почвы Узбекской ССР, т. III. Ташкент: Узбекистан, 1964, с. 133—209.
- Фелициант И. Н., Конобеева Г. М., Горбунов Б. В., Абдуллаев М. А. Почвы Узбекистана (Бухарская и Навоийская области). Ташкент: Фан, 1984, с. 22—101.
- Чудновский А. Ф. Современное состояние учения о тепловом режиме сельскохозяйственного поля. — В кн.: Вопросы агрономической физики. Л.: Сельхозгиз, 1957, с. 127—142.
- Чудновский А. Ф. Теплофизика почв. М.: Наука, 1976, с. 291—338.
- Шановалова О. В. Капиллярное испарение почвенной влаги и ее роль в водном режиме почв. — В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия. М.: Изд-во АН СССР, 1957, с. 680—692.
- Шевлягин А. И. Интенсивность нитрификационного процесса в черноземах в зависимости от степени их уплотнения. — Почвоведение, 1961, № 5, с. 96—103.
- Шевченко А. И. Гидрогеологическая классификация орошаемых территорий Узбекистана. Ташкент: Изд-во АН СССР, 1961, с. 33—141.
- Яковлева-Морозова Э. Ф. Влияние плотности пахотного горизонта орошаемых почв на их свойства и урожай хлопчатника. Автореф. дис. канд. с-х наук, Ташкент, 1969, с. 5—24.
- Яковлева Э. Ф. Влияние плотности почвы на развитие хлопчатника. — Хлопководство, 1972, № 1, с. 37.
- Яковлева Э. Ф. Испарение влаги в зависимости от плотности сложения почвы. — Труды НИИПА, вып. 18. Ташкент: изд. МСХ УзССР, 1979, с. 156—162.
- Яровенко В. В. По поводу агрономического значения плотности почв. — Почвоведение, 1958, № 5, с. 93—98.
- Allison L. E. Soil Science. — Society of Amer Proceed. V. 20. № 2, 1956, p. 151—197.
- Flocker W. L., Timm H. and Vomocil J. A. Effect of Soil Compaction on Tomato and Potato Yields. — Agronomy Journal, № 6, 1960, p. 345—348.