

М.В. МУХАМЕДЖАНОВ, С.М. СУЛЕЙМАНОВ

**НАУЧНЫЕ
ОСНОВЫ
РАЗМЕЩЕНИЯ
ХОПЧАТНИКА
В ПОСЕВАХ**

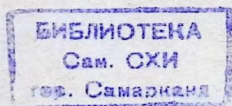


М. В. МУХАМЕДЖАНОВ, С. М. СУЛЕЙМАНОВ

633.511+
М-92

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
РАЗМЕЩЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА
В ПОСЕВАХ

253428



ИЗДАТЕЛЬСТВО „УЗБЕКИСТАН“

Ташкент — 1975

7

Мухамеджанов М. В. и Сулейманов С. М.

Научные основы размещения хлопчатника в посевах. Т., «Узбекистан», 1975.

226 с. с рис. и черт. Список лит.: с. 211—224.

И. Соавт.

В настоящей работе обобщен накопленный в научных учреждениях и практике хлопководства материал и изложены результаты исследований, проведенных в Институте экспериментальной биологии растений АН УзССР в 1965—1970 гг., по вопросу размещения растений на хлопковом поле, а также изучению влияния ширины междурядья и норм удобрений на рост, развитие и ход физиологических процессов в надземных и подземных органах и их взаимосвязь с продуктивностью хлопчатника.

Рассчитана на специалистов сельского хозяйства, работников колхозов и совхозов, студентов сельскохозяйственных учебных заведений и научных работников.

633.51

М $\frac{40403 - 365}{М 351 (06-75)}$ 16 — 75

ВВЕДЕНИЕ

По многообразию вырабатываемых продуктов хлопчатник занимает главное место среди технических культур. На долю его приходится не менее 70% потребностей текстильной промышленности в растительном волокне. Из хлопкового волокна вырабатываются различные по назначению ткани и множество других технических изделий.

Не только волокно, ради чего выращивают хлопчатник, но и все его органы и части (семена, стебли, листья, прицветники) являются ценным сырьем для получения разнообразной продукции.

На выработке изделий из различных частей хлопчатника, кроме текстильной и маслособойной промышленности, в той или иной мере специализированы предприятия химической промышленности и промышленности стройматериалов. Продукция, получаемая из хлопчатника, применяется в машиностроении, медицине и в ряде других отраслей народного хозяйства. Поэтому потребность страны в продукции хлопка-сырца все больше возрастает. В связи с этим повышается роль науки и передовой практики в разработке эффективных приемов получения высоких урожаев хлопка с единицы посевной площади. По мере вовлечения в сельскохозяйственную практику всех свободных и доступных земель задача повышения урожайности полей будет приобретать еще большее значение. Полноценное использование всех посевных площадей — один из самых важных вопросов настоящего и будущего в сельскохозяйственном производстве.

В этом направлении существенную роль могут играть: выведение новых высокоурожайных и устойчивых к болезням и сельхозвредителям сортов хлопчатника, освоение рациональных севооборотов, научно обосно-

ванные нормы и способы внесения органо-минеральных удобрений, широкая химизация и комплексная механизация возделывания хлопчатника, а также мелиорация почв. Немаловажное значение имеет также дальнейшее совершенствование и точное соблюдение агротехники. Именно в этом кроется причина резкого колебания урожая хлопка-сырца в отдельных хозяйствах, находящихся в равных условиях.

Повысить урожай хлопка-сырца в каждом хозяйстве без исключения до уровня передовых — большой резерв дальнейшего увеличения производства хлопка.

Хлопчатник обладает огромными биологическими возможностями в формировании обильного урожая. Однако в силу значительного опадения плодозлементов, достигающего до 70—80% и более, эти потенциальные возможности остаются не полностью реализованными. При условии увеличения коробочек на каждом растении хотя бы на одну единицу дополнительно к числу сохранившихся урожай может повышаться еще на 2—3 ц/га. В связи с этим возникает необходимость в углубленном изучении биологических требований хлопчатника к окружающей среде на различных этапах его роста и развития — питанию, воде, свету, температуре и другим изменяющимся условиям. Знание всего этого позволит полнее удовлетворять внутренние потребности хлопчатника, способствуя дальнейшему повышению его продуктивности.

Вопросам изучения причин опадения плодозлементов у хлопчатника посвящены многочисленные исследования. Исследования такого рода в основном проводились с включением какого-либо одного фактора в отрыве и вне связи с другими. Отсутствие изучения воздействия на хлопчатник комплекса факторов затрудняет разработку эффективных рекомендаций по значительному снижению опадения плодозлементов у хлопчатника в полевых условиях или наибольшему сохранению полноценных коробочек на растении.

При гидропонном выращивании хлопчатника, где удовлетворяются его основные потребности в пище, влаге и создаются сравнительно лучшие условия освещения и температуры, на каждом кусте образуется коробочек в 4—6 раз больше, чем при полевом выращивании. Это свидетельствует о том, что плодоношение и сохранение

коробочек хлопчатника можно регулировать в широких пределах при создании определенных условий.

В полевых условиях пока не удается устранить процессы опадения плодозлементов у хлопчатника. Даже при получении 50—60 ц/га хлопка-сырца значительная часть плодоорганов хлопчатника опадает, в то же время повышение урожая происходит за счет увеличения сохранения коробочек и веса их сырца, особенно во внутренних конусах плодоношения.

По нашему мнению, основными факторами сохранения плодоорганов у хлопчатника являются почвенное и воздушное питание, влага, световой и температурный режимы в посевах. Нередко на практике обращают внимание на какой-то один или два фактора, игнорируя равнозначность влияния на организм каждого другого фактора в отдельности, особенно недооцениваются космические факторы — свет и температура. Вследствие этого нарушается равновесие между отдельными действительно нужными и незаменимыми факторами в жизни растений.

Как известно, при внесении больших норм минеральных удобрений и неумеренных вегетационных поливах хлопчатник развивает мощную вегетативную массу, рано смыкаются рядки, снижается освещенность и температура в среде растений. Это ведет к нарушению нормального соотношения корневого и воздушного питания растений, ухудшению взаимосвязи между вегетативными и генеративными органами хлопчатника. Плодоорганы внутренних зон куста, оказавшись в условиях плохого светового режима, опадают, а сохранившиеся коробочки теряют свои качества и вес.

Между тем в хлопководстве с каждым годом увеличиваются годовые нормы минеральных удобрений, а площади питания хлопчатника остаются без существенных изменений. Одностороннее увеличение годовых норм минеральных удобрений без учета условий освещенности в посевах при существующих узких междурядьях и сортах хлопчатника отрицательно сказывается на продуктивности растений и эффективности вносимых удобрений. Поэтому только при одновременном и равномерном улучшении всех основных факторов внешней среды можно добиться усиления жизненных процессов и повышения продуктивности растений.

ГЛАВА I

ИСТОРИЯ ВОПРОСА РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ХЛОПКОВОМ ПОЛЕ

Густота стояния (количество растений на 1 га)

Вопросы размещения растений в посевах длительное время считались одним из важных объектов изучения многих исследователей, однако и по настоящее время они остаются окончательно не решенными. Это связано со сложностью, с которой приходится сталкиваться при изучении данной проблемы.

Размещение растений представляет собой фактор сильно динамичный. Нередко та или иная оптимальная густота стояния растений в одном хозяйстве не проявляет положительного действия на урожай в другом, даже в пределах близко расположенных участков. В зависимости от высеваемого сорта, уровня плодородия почв, нормы применяемых минеральных удобрений, поливов, качества агротехнических мероприятий и других причин одна и та же схема размещения и одно и то же количество растений на 1 га будут оказывать разное влияние и разный эффект.

В силу этого изучение размещения растений в посевах приобретает и настоятельно требует своего научного обоснования.

Теоретический подход к вопросу размещения растений стал получать широкое распространение в последние годы. В этих исследованиях размещение растений рассматривается как один из важнейших факторов управления фотосинтетическим процессом за счет создания условий наилучшего использования растениями солнечной энергии. Прежде чем были вскрыты основные закономерности и практическое их применение, вопросы

размещения растений проходили через довольно длинную полосу эмпирического изучения. Такое изучение, будучи одним из этапов истории науки, дало ценные данные, некоторые из них не потеряли своего значения и в настоящее время.

Новые достижения науки в этой области открывают возможности для усиления и совершенствования опытов с размещением растений при различных условиях их возделывания.

Разный по густоте посев можно получить путем регулирования расстояния между растениями, количества растений в гнездах, или путем суживания и расширения междурядий в сочетании с оставлением определенного количества растений в рядках или гнездах.

Рассмотрим густоту стояния растений в целом, не связывая ее с тем или иным способом размещения их в посевах.

Наиболее ранние работы по изучению размещения растений относятся ко второй половине XIX в. В. 1881 г. Е. Волни (E. Wollny, 1881), обобщив результаты опытов с густотой стояния, установил, что продуктивность многих видов сельскохозяйственных растений зависит от уровня плодородия почв. Оказалось, что, чем плодороднее почва и больше площадь питания, тем выше урожай; на менее плодородных почвах высокий урожай достигался при увеличении густоты стояния растений. В вегетационном опыте Г. Гельригеля (G. Hellriegel, 1883) не обнаружено пропорциональное увеличение урожая клевера с увеличением объема почвы. Дальнейшие исследования указывают на то, чтобы при определении густоты стояния растений принимать во внимание особенности агротехники и самой возделываемой культуры (И. А. Стебут, 1884, Н. К. Васильев, 1903).

Вопросам размещения растений большое значение придавал и Д. Н. Прянишников (1921, 1929, 1965). Изучение и обобщение опубликованного материала, также результаты собственных опытов позволили Д. Н. Прянишникову дать важные рекомендации о площадях питания многих сельскохозяйственных культур. При этом он указывал на необходимость учета плодородия почвы, биологических особенностей и назначения культуры, минерального питания, водообеспеченности и дру-

гих факторов. По его мнению, на плодородных почвах и в благоприятных климатических условиях для картофеля желательное редкое размещение; такое же размещение рекомендует для поздних сортов с мощной надземной массой. На средних почвах ширина междурядья должна составлять 52—55 см, расстояние между растениями 26—35 см (73,9—51,1 тыс. га), на плодородных почвах ширина между рядками должна доводиться до 70 см при 52 см между растениями (27,4 тыс. га). Сахарную свеклу на высокоплодородном фоне необходимо размещать так, чтобы образовались крупные корни с повышенным содержанием сахара. Это соответствует густоте 113,6—82,2 тыс. га. В работах автора даются также принципы размещения растений других культур — хлебных злаков, кукурузы, льна и др. При всем этом Д. Н. Прянишников, учитывая разнообразие природных условий, предлагает оптимальные значения густоты устанавливать опытным путем на месте.

Я. М. Жуков (1901), А. А. Сапегин (1922), М. А. Ясинский (1940) также считают целесообразным некоторое снижение густоты озимой ржи на хорошем фоне питания. Снижение продуктивности озимой пшеницы при загущении на фоне повышенной нормы удобрений отмечали К. Н. Годунова, А. В. Карташева, Н. И. Липарская (1964). Происходит оно за счет усиления роста и полегания растений.

Как показали исследования В. Г. Вольского, Я. С. Ломницкого и В. И. Коваль (1968), продуктивность растений в зависимости от густоты определяется их сортовыми особенностями. Озимая пшеница сорта Белоцерковская, Мироновская-808 и Безостая-1 на неудобренном фоне дали высокий урожай при высеве 5 млн. семян, при внесении NPK от 30 до 90 кг/га больший урожай зерна у первых двух сортов получен при высеве 4 млн. семян, а у сорта Безостая-1 — при большем загущении. И. М. Федоров (1964) отмечает, что ячмень отличается большей урожайностью при высеве 5—6 млн. всхожих семян, причем с повышением густоты снижался эффект от применяемых удобрений. Это же было характерно и для овса. На плодородных почвах густота стояния кукурузы от 30—40 до 55—80 тыс. га при достаточной водообеспеченности дала высокий урожай зерна (Х. Н. Починок, Б. И. Гуляев и др., 1965).

В опыте Л. Е. Строгоновой (1963) у кукурузы при густоте 120 тыс. растений на 1 га и наличии 60 тыс. м²/га листовой поверхности интенсивность фотосинтеза листьев средней зоны снижалась в 2—3 раза по сравнению с густотой 30 тыс. растений на 1 га при площади листьев 30 тыс. м²/га. Это объясняется ухудшением условий освещенности у загущенных посевов. При густых посевах освещенность средних и нижних ярусов растений была в 2—3 раза ниже, чем при менее загущенных посевах. При повышенной густоте количество поступающей энергии солнца на середине листа падало до 520 кал/дм²/час при 982 кал/дм²/час в посевах с умеренной густотой. Неблагоприятные условия освещенности оказали отрицательное влияние на продуктивность сухой массы кукурузы.

Загущение растений снижает освещенность и процесс превращения нитратного азота вследствие подавления активности нитратредуктазы, что сказывается на интенсивности ростовых процессов (R. H. Nageman, D. Flesher, 1960). Ухудшение светового режима — сокращение длины дня, ослабление интенсивности и качества света тормозит рост, а также накопление сухого вещества у кукурузы (М. В. Попова, 1971).

По сообщениям П. А. Дмитриенко, П. И. Витриховского (1970), существует определенная взаимосвязь между густотой стояния растений и действием удобрений. Эффективность последних повышается при оптимальных площадях питания растений, определение которых требует проведения позоначных опытов с различными культурами. По мнению П. А. Дмитриенко и П. И. Витриховского, некустящиеся культуры повышают эффективность удобрений при большей густоте стояния, кустящиеся — при меньшей.

Увеличение густоты посева вызывает глубокие изменения в росте и развитии растений. И. П. Игнатьева (1971) в опыте с люпином наблюдала увеличение роста главного стебля при густоте 240—228 тыс. га. Загущение до 392 тыс. растений на 1 га снижало длину главного стебля, сокращало продолжительность жизни листьев, уменьшало порядок ветвления главного корня, его длину и размер боковых корней, корень из мочковатого принимал вид стержневого.

Результаты многочисленных опытов И. Ф. Беликова (1963) показали, что с увеличением количества растений в гнезде ухудшается световой режим в посевах сои, снижается ее продуктивность в нижних ярусах, пастические вещества идут не на построение плодов, а на образование стеблей и черешков листьев. Наиболее оптимальный световой режим для сои отмечался при схеме посева 60×60 см с одним растением в гнезде.

Таким образом, густота посева в зависимости от особенностей культуры, плодородия почв, норм удобрений и условий возделывания сильно меняется. С учетом этих обстоятельств максимальную продуктивность растений можно обеспечить при создании строго определенной густоты стояния их в посевах.

Из приведенного материала видно, что обоснование оптимальных значений густоты посева построено, главным образом, на учете урожайных данных. С теоретической стороны размещение растений недостаточно разработано. Это в определенной степени сказывается на поиске перспективных схем размещения растений в конкретных условиях того или иного района.

Вопросы размещения хлопчатника не сходили с повестки дня на протяжении всей истории хлопководства; значение данной проблемы не потеряло актуальности и по сей день. Большая исследовательская работа, проведенная в этом направлении с хлопчатником, получила более или менее полное обобщение в трудах М. В. Мухамеджанова и других (1955—1956) в связи с изучением ширины междурядий, а также в монографии С. Х. Юлдашева (1966), посвященной проблеме устранения полеглости хлопчатника.

Тем не менее интересно проследить, как шло размещение хлопчатника в посевах, рассмотреть причины, которые побудили к изменению и принятию той или иной густоты.

Размещение растений с большей полнотой начинает разрабатываться на бывшей Туркестанской сельскохозяйственной опытной станции (А. Макаров, 1923). В опубликованной в 1911 г. работе заведующий этой станции Р. Шредер на основании изучения ориентации листьев к солнцу обращает внимание на необходимость размещения хлопчатника на тех участках, где он не будет испытывать недостатка в свете. В практике это обстоя-

тельство игнорировалось, и посевы, размещенные на малых площадях при окружении древесной растительности и на пониженных местах, обычно давали низкий урожай хлопка (в первом случае из-за затенения хлопчатника кронами деревьев, а во втором — из-за более мощного развития кустов в ущерб урожаю).

В последующие годы на той же станции усиливается работа по изучению густоты стояния хлопчатника, при этом особое внимание обращается на величину листовой поверхности.

По результатам полевых опытов 1911, 1912 гг. Р. Шредер (1913а и 1913б) приходит к убеждению, что получению высокого ранозревающего урожая способствует поверхность листьев, превышающая площадь земли, занятой одним растением, не более чем в 2 раза.

Превышение в 2 раза и более листовой площади, по мнению автора, с точки зрения созревания урожая ставится под сомнение. При установлении этого соотношения следует исходить из богатства почвенных условий. Другими словами, в этих исследованиях размещение растений рассматривается с учетом условий освещенности и температурного фактора, которые находятся в тесной связи с поверхностью листовой площади. Следует заметить, что результаты опытов не дали возможности установить оптимальные величины листовой поверхности; по мнению автора, для этого необходимо наличие большого фактического материала. Из всех испытывавшихся густот наиболее выгодной оказалась 70 тыс. на 1 га. Все другие густоты, вплоть до наименьшей — 11 тыс., не оправдали себя по выходу хлопка-сырца с единицы площади (Р. Шредер, 1915).

Еще ранее, в 1912 г., В. Боллс и Ф. Голтон (О. Ф. Туева, 1938 г.), испытывая густоты от 3800 до 90 тыс. га в условиях Египта, доказали, что максимальный урожай хлопка был отмечен при повышенной густоте. Из вышесказанного видно, что продуктивность хлопчатника зависит от определенной густоты.

На Голодностанской сельскохозяйственной опытной станции в 1917 г. (Н. Ярославцева, 1923 г.), в отличие от ранее проведенных опытов, где в силу отсутствия сортового контроля в посевах преобладала смесь сортов, для изучения были взяты две чистые линии хлопчатни-

ка вида госсипиум хирзутум — Триумф № 35 и Ташкентский упланд № 198, отличающиеся между собой морфологическими особенностями. Густота стояния колебалась от 26 до 78 тыс. с оставлением в гнезде от одного до трех растений. Опыты показали, что с увеличением густоты сокращается число цветков и замедляется темп цветения, увеличивается время раскрытия коробочек, расположенных друг от друга на одной ветви. При наименьшей густоте (одно растение в гнезде) для сорта Триумф № 35 длительность раскрытия коробочек равнялось 6,6 дням, при больших густотах (два и три растения в гнезде) она составляла уже 7,5 дней. Для сорта Ташкентский упланд № 198 средняя длина периода раскрытия коробочек была соответственно 6,5, 6,75 и 7,1 дня. Такая же закономерность обнаруживается и при раскрытии коробочек, формирующихся на двух соседних симподиальных ветвях вверх по главному стеблю. Урожай на одно растение у обоих сортов снижался с увеличением густоты, но в целом на единицу площади был выше, чем при меньшей густоте. У коротковетвистого сорта № 35 с увеличением густоты урожай был выше, чем у длинноветвистого сорта № 198.

По сообщению Г. С. Зайцева (1923), в американской практике густота в хлопководстве составляла в то время от 17—20 до 27—30 тыс. растений на 1 га. Градация зависела от степени плодородия почвы, с улучшением плодородия рекомендовалось снижать густоту. При этом он не согласен с теми, кто утверждал об ускорении созревания хлопчатника в загущенных посевах. В таких посевах повышение урожая к определенному сроку связано не с ускорением созревания, а с увеличением количества растений. На самом деле раньше созревание наступает у растений при более умеренных густотах. Мнение Г. С. Зайцева подтверждается опытами А. Макарова. В опыте, проведенном на Туркестанской сельскохозяйственной опытной станции (1922), А. Макаров (1923), изучая густоты порядка 20,8—374,5 тыс. га отмечает, что, чем больше густота, тем ниже темп цветения, тем больше времени проходит до раскрытия очередных коробочек и больше процент опадения завязей и низкий урожай на отдельно взятое растение. Однако на единицу площади в загущенных посевах урожай больше, чем в менее густых. Самый высокий урожай

при этом был получен не в предельных густотах, а при несколько меньших — 284 тыс. растений на 1 га.

В дальнейшем А. Макаровым (1930а, 1930б) испытывались густоты от 27,5 до 222 тыс. И в этом случае высокие урожаи отмечаются в вариантах с наибольшей густотой, низкие — с наименьшей. Данная закономерность сохранялась при всех схемах полива, изучавшихся в этих опытах. Однако высокая эффективность от загущения получена при наибольшем увлажнении. Следует отметить, что увеличение густоты выше 111 тыс. га не сопровождается резким повышением урожая хлопка-сырца. Так, при схеме полива 1—3—1 с увеличением густоты от 111 до 166,5 тыс. урожай с единицы площади повышался лишь на 2,3%, при увеличении густоты до 222 тыс. — на 22,9%.

Н. Н. Балашев (1926) проводил опыты на участках разного плодородия с густотой от 93,6 до 628,9 тыс. га. При этом в одном опыте установлено, что с увеличением густоты снижается накопление веса сухой массы растений, в том числе и урожай в расчете на одно растение. На единицу площади урожай повышался. В другом опыте (1930) с внесением минеральных удобрений и густотой посева от 55,5 до 666,6 тыс. га при завышенной густоте рост и развитие растений замедляются, увеличивается количество растений не несущих на себе коробочек. Поэтому урожай хлопка-сырца с единицы посева повышался лишь при доведении густоты до 166,6 тыс. га.

А. Макаров (1930), изучая различные густоты (от 15,6 до 187,4 тыс. га), высказывает мысль о взаимосвязи плодоношения с условиями освещенности в посевах. Там, где хлопчатник развивает мощную надземную массу, в связи с чем нижние плодовые побеги не плодоносят или плодоносят мало, для улучшения доступа света и усиления плодоношения рекомендуется проводить чеканку, а там, где растения не развиваются мощно, одним из средств повышения урожая хлопка-сырца должно быть увеличение густоты стояния в посевах.

А. М. Анисимов (1928), исходя из своих наблюдений 1927 г. в условиях Дагестана, считал, что чеканка предупреждает израстание и ускоряет созревание коробочек.

Такие же результаты получены П. А. Яхтенфельдом (1928) на Хорезмской сельскохозяйственной опытной

станции при изучении густоты от 24,7 до 266,6 тыс. растений на 1 га. С увеличением густоты угнетались рост, развитие растений, и снижался урожай. Увеличение густоты до 133,3 тыс. га способствовало росту урожайности с единицы площади, дальнейшее повышение густоты заметно не сказывалось на урожае. По данным П. А. Яхтенфельда, с увеличением густоты повышается процент выхода хлопка-сырца первого сбора, так как растения в этих условиях имеют мало коробочек, но к определенному календарному сроку число раскрывшихся коробочек увеличивается по сравнению с посевами меньшей густоты.

В 1927—1928 гг. на Азербайджанской центральной сельскохозяйственной опытной станции И. Варуянц (1930) проводил опыт с густотой стояния от 27,2 до 1333 тыс. растений на 1 га. По мере загущения посевов отмечалось отставание в созревании растений до двух недель. Симподиальные ветви раннего заложения (в нижних частях куста) в густых посевах опадают, в них снижается количество коробочек, вес одной коробочки и абсолютный вес семян. В вариантах предельно высокой густоты из-за чрезмерного загущения сбор урожая сильно затруднялся. У сорта № 182, имеющего раскидистый куст, урожай с увеличением густоты снижался, сорт Баррака с предельным типом ветвления дал максимальное повышение урожая. И. Варуянц рекомендует применение повышенных густот в зависимости от типа ветвления симподиальных ветвей. Компактные кусты могут быть эффективнее при повышенных густотах, чем раскидистые.

В опытах Н. Ф. Деревницкого, И. Ю. Старосельского (1927) при увеличении густоты сдерживается развитие моноподиальных и симподиальных веток и рост главного стебля. Однако при густоте до 148 тыс. га задержка цветения не была обнаружена.

В последующие годы не ослабевает интерес к изучению размещения растений. Рост технической оснащенности колхозов и совхозов, улучшение семенного дела, увеличение поставок минеральных удобрений, повышение урожайности требовали от производителей и научных учреждений дальнейших усилий в направлении поиска приемлемых решений в вопросе размещения растений. Большие работы проводились в СоюзНИИ.

В. В. Полторацкий (1936), испытывая густоты в пределах 47,6—96,2 тыс. растений на 1 га, обнаружил, что урожай хлопка-сырца повышался с улучшением водного режима, причем, с увеличением количества полива возрастал также эффект от внесения повышенной нормы минеральных удобрений. Наибольший урожай был получен при густоте 80—90 тыс., дальнейшее увеличение до 140 тыс. снижало урожай.

В опыте А. Н. Склярова (1938) из испытывавшихся густот 40,8—142,2 тыс. по сорту 2034 высокий урожай был получен при схеме полива 2—4—1 и завышенной густоте, а при схеме полива 3—4—1—при густоте 47,6 тыс.

В последующих опытах результаты начинают оцениваться с точки зрения создания растениям лучших световых условий. В полевом опыте, проведенном в Ферганской долине в 1937 г., О. Ф. Туева (1938, 1966) изучала влияние густоты стояния, повышенных норм минеральных удобрений и поливов на урожайность хлопчатника. По данным О. Ф. Туевой, увеличение густоты повышает закладку первой коробочки на более высоком симподии, причем она была значительной на повышенном фоне питания и при большем количестве поливов. Автор отмечает, что при раннем втором поливе растения сильно израстали, что вызвало усиление опадения во внутренних конусах куста. Анализы показали, что в листьях растений, на которых наблюдалось сильное опадение, содержалось большее количество азота.

В связи с этим опадение плодозлементов в данном случае объясняется не недостатком азота, а недостатком света. Для улучшения светового режима П. П. Языков, Г. И. Филиппенко (1937) в густых посевах порядка 130—150 тыс. растений на 1 га предлагают проводить несколько раннюю чеканку. Она должна быть произведена на уровне одной-двух ветвей ниже, чем в посевах с меньшей густотой. Условием, снижающим отрицательное действие чрезмерного загущения на урожай, другие исследователи считали проведение чеканки — искусственное удаление верхушки главного стебля хлопчатника (С. Фомин, 1954) Б. Н. Мурадов (1940), испытывая 30, 60 и 100 тыс. растений на 1 га, предпочтение отдают редким посевам, где растения накапливают больше коробочек и урожай сырца. Причину положительного

влияния редких посевов на рост и развитие растений автор видит в увеличении листовой поверхности и содержания в листьях углеводов, т. е. придает большое значение световому режиму.

Результаты проведенных исследований и производственных опытов в 1931—1936 гг. позволили остановиться на густотах 80—166 тыс. растений на 1 га.

С 1937 г. вносятся в них поправки с учетом плодородия почвы. На плодородных почвах рекомендуется оставлять на 1 га 70—80 тыс. растений, на остальных—100—140 тыс. растений. Дальнейшая конкретизация густоты приведена в работе В. П. Кондратюка, Ф. А. Соколова (1948). На высоко-средне-и низкоплодородных почвах рекомендуется соответственно 70—80; 80—90 и 111—130 тыс. растений на 1 га.

В работе П. П. Языкова, М. К. Александрова, В. В. Никольского, Ш. Ибрагимова, П. Я. Поповой (1953) обобщены результаты опытов Института сельского хозяйства АН УзССР по изучению размещения растений. Установлено, что урожай хлопка-сырца при одних и тех же густотах зависит от количества растений в гнезде. При одиночном размещении с густотой 112 тыс. растений на 1 га по сравнению с большим числом растений в гнезде урожайность на 6—7 ц/га была выше. На почвах с близким стоянием грунтовых вод оптимальными считались густоты 80—90 тыс., на сероземных почвах — 120, на маломощных почвах — 130—140 тыс. растений на 1 га.

П. П. Языков (1958) указывает, что каждой отдельно взятой густоте должны соответствовать определенный рост главного стебля, устанавливаемый опытным путем и регулируемый поливами, удобрениями и другими приемами возделывания. При густоте 110—120 тыс. высота растений не должна превышать для сорта 108-Ф к периоду бутонизации 14—23 см, к цветению — 42—48, от цветения к началу чеканки — 80—85 см; при таком росте растения равномерно освещаются, происходит своевременное формирование и раскрытие коробочек.

В опытах Д. Холматова (1951) при изучении густот от 61 до 132 тыс. в условиях Таджикистана увеличение урожая хлопка-сырца тонковолокнистого сорта 504-В наблюдалось при 71—61 тыс. растений на 1 га. Для

сорта 108-Ф он рекомендует увеличить количество растений от 100—120 до 135 тыс. га.

Исследования по вопросу размещения хлопчатника проводились С. Х. Юлдашевым с сотрудниками в Институте экспериментальной биологии растений АН УзССР в 1948—1966 гг.

По данным С. Х. Юлдашева (1952), увеличение густоты за счет одиночного размещения способствует большей устойчивости главного стебля к полеганию, и урожай хлопка-сырца при этом возрастает. Наилучшей была густота 114,2 тыс. растений на 1 га. Дальнейшее увеличение густоты до 171 тыс. за счет уплотнения растений в гнезде дали худшие результаты. В одном из опытов автора при равной густоте (111 тыс. га) с оставлением в гнезде по одному растению по сравнению с большим числом растений наблюдалось увеличение числа коробочек, улучшение качества сырца и урожая. При этом ускоряется опадение листьев при дефолиации вследствие равномерного распределения обезлиствующих препаратов, улучшается режим работы хлопкоуборочных машин. Лучший рост, развитие и продуктивность хлопчатника при таком размещении С. Х. Юлдашев (1964) объясняет улучшением светового режима в посевах, ускоряющего обмен веществ в растении.

Б. Крейдик (1952), анализируя урожайность хлопчатника в зависимости от густоты стояния растений, отмечает, что в среднем за 1947—1951 гг. в Таджикистане фактическая густота не превышала 50—65 тыс., а по тонковолокнистым сортам — 40—50 тыс./га. Для увеличения производства хлопка-сырца он предлагает доводить густоту до 80—90 тыс. га, перейдя на выращивание хлопчатника в суженных междурядьях. Такие же данные приводит и И. Васильченко (1953). Например, в колхозах Шахринауского района Таджикской ССР, начиная с 1948 г. по 1952 г. при повышении густоты стояния хлопчатника с 51,2 до 85,4 тыс. га, урожайность увеличилась на 49,3%.

П. Старов (1952), проводивший опыты на Дагестанской зональной опытной станции, отмечает, что густота стояния хлопчатника 90—100 тыс. растений на 1 га по сравнению с 50—60 тыс. повышала урожай на 2—3 ц/га. Однако густоту стояния растений он связывает с обеспечением растений влагой; там, где во второй половине



По нашему мнению, основными критериями в изменении размещения хлопчатника являются условия освещенности в посевах. При установлении густоты стояния необходимо учитывать, насколько они удовлетворяют благоприятному течению одного из основных физиологических функций растений — фотосинтеза.

Если растения при загущении посева, обогащении питательной среды и других условиях развиваются чрезмерно мощно, то для повышения продуктивности необходимо предпринимать меры улучшения освещенности в посеве путем соответствующего размещения хлопчатника.

Ширина междурядий

Отсталая техника, мелкое частнособственническое землепользование дореволюционного периода не позволяли внедрить в хлопководство прогрессивные приемы возделывания хлопчатника, поэтому оно основывалось целиком на примитивной агротехнике, тягловой силе и ручном труде.

В агротехнике того времени во всех хлопководческих районах господствовали ручной разбросной посев и посев по джоякам. Ручной разбросной посев применяли преимущественно на полях с более или менее ровным рельефом. При этом способе все работы по уходу за посевами, а также уборка урожая и гузапай проводились исключительно вручную, поливы осуществлялись только сплошным затоплением, в результате поля зарастали сорняками, почва быстро высыхала, поливная вода расходовалась неэкономно. Все это приводило к получению низких урожаев при огромных трудовых и материальных затратах.

Посев по джоякам применялся на участках с неровным рельефом с целью достижения более равномерного увлажнения хлопкового поля при поливах. При таком способе от края до края поля проводили извилистые линии — грядки на расстоянии до 6 м и более (на конной тяге, затем вручную кетменем). Ширина и высота гряды была не менее 80 — 90 и 44 — 53 см, а ширина борозды — 40 — 45 см. Семена заделывали по краям гряд. Полив должен был проводиться так, чтобы вода не доходила до ложа семян. По сравнению с разбросным посев

по джоякам имел некоторые преимущества. При этом способе имеется возможность проводить поливы хлопчатника по бороздам, так как в этом случае вода не выступает на поверхность рядков, что наблюдается при поливе затоплением. В результате данная зона почвы сохранялась рыхлой и сухой, что затрудняло всходы сорняков, кроме того, облегчалась кетменная обработка и борьба с сорной растительностью.

Однако джоячный посев не обеспечивал должной густоты стояния растений, рационального использования земли и совершенно не позволял применения каких-либо механизмов при выращивании хлопчатника. Оба эти примитивные способы сева — как разбросной, так и джоячный практиковались в хлопководстве Туркестана и Закавказья до начала массового колхозного строительства. Они начали заменяться конными баннеровскими рядовыми сеялками с 1926—1928 гг., а затем тракторными. Но этому предшествовало проведение широких опытов в научных учреждениях.

Опыты, проведенные Р. Шредером на Туркестанской сельскохозяйственной опытной станции в 1911—1915 гг. (Р. Шредер, 1913а, 1913б, 1915) с междурядьями 89,9 см, показали явные преимущества рядового посева по сравнению с существовавшими в крестьянских хозяйствах посевами. Необходимость перехода на рядовой посев с шириной междурядья 80 см обосновывается в работе Тер-Оганова (1914).

Рядовой посев, преимущественно с широкими междурядьями, был значительным шагом вперед. Однако вопрос о том, какая ширина междурядья является оптимальной, оставался нерешенным. Как следует из работы Н. Ярославцевой (1923), к 1917 г. более принятой в научных кругах шириной междурядья была 71 см. Но уже тогда в целях нахождения оптимальной густоты и ширины междурядья рядом исследователей ставятся полевые опыты с вариантами, различающимися от прежней ширины. П. А. Яхтенфельд (1928) еще в 1927 г. на Хорезмской сельскохозяйственной опытной станции изучает ширину междурядья в 50, 75 и 100 см с различным количеством растений в гнезде. По его данным, с уменьшением ширины междурядья, при других равных условиях, высота растений снижалась и замедлялось раскрытие коробочек на один-два дня. При этом по мере уве-

личения ширины междурядья урожай каждого растения повышался, особенно при одиночном размещении в рядах.

На Узбекистанской сельскохозяйственной опытной станции Н. Н. Балашев (1926) испытывал междурядья с шириной 53,3; 71,1 и 88,9 см. Наибольший урожай сырца отмечался при узкорядном посеве. Однако узкие междурядья сильно затрудняли обработку посевов. В 1926—1929 гг. Н. Н. Балашев (1930), А. Ф. Макаров (1930) проводили опыты в 90 см междурядьях при различной густоте, схеме полива и фоне питания.

В дальнейшем долгое время — с 1930—1933 гг. вплоть до 1954—1955 гг. практиковалось выращивание хлопчатника в 70 см междурядьях с ленточным расположением растений в рядах. Это способствовало широкому применению техники, значительному сокращению трудовых затрат на производство хлопка-сырца. Уже в довоенные годы повсеместно применялся рядовой сев тракторными, отчасти конными сеялками и продольная обработка посевов имеющимися тракторными и конными культиваторами. При такой ширине междурядья создавалась возможность получить большую густоту стояния растений и более полного использования площади их питания. Однако и при такой агротехнике половина работ по уходу за хлопчатником падала на ручной труд (М. Мухамеджанов, Н. Ферштат, Г. Ржевский, 1955, 1956). В связи с этим делаются попытки найти такие приемы размещения и обработки посевов, которые при высоком урожае обеспечили бы меньшие затраты труда и средств. В этом отношении заслуживают внимания способы посева и размещения растений, позволяющие обрабатывать почву в междурядьях в двух направлениях. Идея обработки посевов хлопчатника в двух направлениях зародилась еще более полувека назад. С. В. Понятовский (1913), описывая состояние хлопководства в Туркестане и Закаспийской области, обращал внимание на практиковавшееся в начале века прореживание рядовых посевов с использованием культиватора «Планет» для получения гнезд с несколькими растениями в каждом. Рабочие органы культиватора вырезали полосу шириной 35—36 см, протяженность каждого гнезда составляла 9—13 см. Густота стояния растений при этом составляла 28 тыс. гнезд на 1 га. При



Перекрестная обработка посевов хлопчатника
омачом в 1912 г. (по С. В. Понятовскому).

трех растениях густота достигала до 84 тыс. растений. Очень часто хозяйства обрабатывали такие посевы конными орудиями в двух направлениях. Этот способ обработки получил тогда название перекрестного.

Продольно-поперечная обработка посевов продолжает привлекать внимание хлопкоробов и в дальнейшем. Так, Маллябай Бакибаев, колхозник из колхоза «Қызыл Шахматчи» Наманганского района Узбекской ССР, применяя ручной посев по предварительно размаркированному полю, размещая семена хлопчатника гнездами на пересечении линий маркера, а затем обрабатывая посевы вдоль и поперек конным культиватором, получал сравнительно высокие урожаи сырца. Этот способ М. Бакибаев назвал шахматной обработкой. В 1924 г. он посеял шахматным способом 4 га.

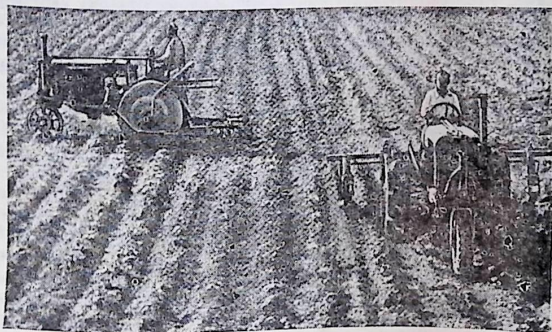
Такое размещение растений в то время было шагом вперед для сокращения затрат ручного труда при междурядной обработке хлопчатника.

Опыты в этом направлении в 1934—1939 гг. были продолжены на Центральной станции механизации и агротехники хлопчатника СоюзНИХИ. Здесь же разрабатывается прием проведения механизированного тракторного прореживания на рядовых посевах с междурядьем в 70 см поперек рядков с той же шириной, сохранив в каж-

дом гнезде по три-четыре растения. В дальнейшем такой квадратный способ размещения растений позволял вести обработку в двух направлениях. Степень механизации при этом возрастает до 80% вместо 50—55% в случае только продольных обработок (М. Мухамеджанов и др., 1955). С 1935 по 1940 г. большое количество хозяйств, особенно совхозов, переходят на перекрестную культивацию хлопчатника тракторными, конно-тракторными и конными культиваторами.

Проблема перекрестной обработки хлопчатника в Узбекистане еще в довоенное время имела большое значение в связи с увеличением посевных площадей за счет нового освоения, в интересах облегчения труда хлопководов и повышения качества ухода за хлопчатником и его урожайности. Поэтому Республиканское агрономическое совещание, состоявшееся в 1940 г., ориентирует хозяйства на решительный переход к перекрестной обработке посевов. Одновременно ставится вопрос о применении различной ширины междурядья (70—80 и 60 см), исходя из условий почвенного плодородия и уровня агротехники (У. Юсупов, 1941).

Обобщая результаты производственных опытов и опытов СоюзНИХИ, П. Языков, М. Мухамеджанов, А. Авдеев (1940) отмечали, что перекрестная обработка обеспечивает экономию ручного труда на прореживании до 60—



Продольно-поперечная обработка посевов хлопчатника.

70%, на мотыжении — до 50—60% по сравнению с машинно-рядовой обработкой. Однако темп внедрения перекрестной обработки хлопчатника оставался низким. Как показал производственный опыт колхозов и совхозов, при квадрате 70×70 см не достигалось получение необходимой густоты, обычно вместо трех-четырех растений в гнезде количество растений в нем по ряду причин снижалось, и фактическая густота составляла лишь 40—55 тыс. растений на 1 га, а такая густота не обеспечивала получение высокого урожая. С другой стороны, МТС и совхозы еще не располагали достаточной техникой для работы по новой системе агротехники. Перечисленные причины и склонность районированных сортов хлопчатника к полеганию при размещении по схеме 70×70 см с тремя-четырьмя растениями в гнезде приводили к снижению площадей, обрабатываемых в двух направлениях.

Например, если в 1947 г. перекрестная обработка применялась в УзССР на площади 173,5 тыс. га в колхозах и на 44,2 тыс. га в совхозах, то в 1950 г. она применялась лишь на 7 тыс. га в колхозах и на 1,5 тыс. га в совхозах (М. Мухамеджанов и др., 1955).

С 1953—1954 гг. интерес к изучению квадратного размещения растений и обработке в двух направлениях снова возрастает. Особенно большие испытания начали проводиться в хозяйствах и научно-исследовательских организациях Таджикской ССР. При этом для квадратно-гнездового размещения вместо междурядья в 70 см предлагаются суженные междурядья: 60, 50 и 45 см с различным числом растений на 1 га. Однако и до этого были попытки широко внедрить в производство междурядья в 60 см. Так, в 1947—1950 гг. в хлопковых совхозах Узбекской ССР хлопчатник в основном возделывали при суженных (60 см) междурядьях. С 1954 г. колхозы хлопкосеющих республик значительно шире начали применять суженные 60 см междурядья с обработкой в двух направлениях. При такой ширине междурядья хлопчатник размещался на площади более 350 тыс. га. Особенно широко стали внедрять суженные междурядья после совещания работников сельского хозяйства Средней Азии и Закавказья, состоявшегося осенью 1954 г. в г. Ташкенте. В связи с этим уже в 1955 г. почти вся площадь, отведенная под хлопчатник, была засеяна с меж-



Квадратно-гнездовое размещение хлопчатника.

дурядьем 60, 50 и 45 см. Для этого повсеместно все пропашные тракторы и сеялки были переделаны соответственно суженным междурядьям.

Основываясь на результатах накопленного материала в Таджикской ССР, Б. Фирсов, А. Троицкий (1954) перспективными считают междурядья в 60 и 45 см; при квадратном и прямоугольно-квадратном размещении растений эти междурядья обеспечивают более высокие урожаи, чем междурядья в 70 см. На маломощных почвах, по мнению А. Н. Шафрина (1961), высокие урожаи получаются при междурядье в 50 см.

По результатам опытов, проведенных в колхозах Шахринауского района Таджикистана (1948—1952 гг.) И. Васильченко (1953) предлагает применять междурядья до 45 см.

Квадратно-гнездовой способ возделывания хлопчатника продолжительное время служил объектом изучения в научных учреждениях и стал общепринятым агротехническим приемом на полях колхозов и совхозов во всех зонах хлопкосеяния.

Как показали исследования и многолетний производственный опыт, при квадратно-гнездовом посеве обеспечиваются дружные всходы при малых нормах высева семян, равномерное распределение растений на посевной площади, а также создается возможность значитель-

ного повышения удельного веса обрабатываемой площади механизмами, поддержания полей в рыхлом и чистом от сорняков состоянии. В результате облегчается труд хлопкоробов при одновременном повышении урожайности хлопка. Особенно заметный эффект получается при применении квадратно-гнездовых посевов хлопчатника и обработке в двух направлениях на засоленных участках и в хозяйствах с недостаточной рабочей силой.

Следует отметить, что междурядья шириной в 45 и 50 см из производства были сняты как неоправдавшие себя, и хлопчатник повсеместно начали выращивать на междурядьях в 60 см с обработкой посевов в основном в двух направлениях.

На определенном этапе развития хлопководства квадратно-гнездовые посевы и обработка почв в двух направлениях, безусловно, были прогрессивными и сыграли положительную роль в увеличении производства хлопка в стране. В дальнейшем по мере повышения культуры земледелия и оснащения колхозов и совхозов современной сельскохозяйственной техникой стали сокращаться площади квадратно-гнездовых посевов с обработкой в двух направлениях при сохранении междурядья в 60 см.

Так, если в 1964 г. около 60% посевной площади хлопчатника в Узбекистане было занято квадратно-гнездовыми посевами, то в настоящее время такой способ посева с обработкой в двух направлениях применяется на значительной площади.

Как выяснилось в дальнейших исследованиях, в 60 см междурядьях не удастся нарезать глубокие поливные борозды, ввиду чего на полях с малыми уклонами хлопчатник часто затапливается при поливе и наблюдается вырезка части растений при междурядной обработке посевов. В таких междурядьях приходится проводить вегетационные поливы по коротким поливным бороздам, что влечет за собой поделку многочисленных ок-арыков, в результате чего снижается не только производительность труда при поливе, но и неполностью используется поливная земля. В целом при 60 см междурядьях затраты труда и средств остаются довольно высокими.

С целью повышения степени механизации и производительности труда, а также для увеличения продук-

тивности хлопчатника в последние годы получают широкое распространение широкорядные 90 см междурядья. В 1969 г. этим способом в Узбекистане было посеяно 182,7 тыс. га, в 1972 г. — 300 тыс. га, а в 1974 г. — 604 тыс. га, или 35,1% всей площади хлопчатника.

Опыт с широкими междурядьями начал проводиться с 1957 г. в Среднеазиатском Институте механизации и электрификации сельского хозяйства (САИМЭ), при этом в 1957—1960 гг. изучалась агротехническая, с 1960 г. — экономическая их эффективность. В начале испытывались междурядья с шириной 80 и 100 см по сравнению с существующими 60 см междурядьями; с 1964 г. — 90 см междурядья (М. С. Ганиев, П. Н. Беседин и др., 1966). В производственных условиях первым в Узбекистане широкие междурядья применил совхоз «Малик» Сырдарьинской области в 1959 г. (З. Ахметов, К. Исаков и др., 1966).

М. С. Ганиев, П. Н. Беседин и другие (1966), обобщая результаты 71 опыта, проведенного в САИМЭ, СоюзНИХИ и производственных условиях, пришли к заключению, что широкорядные посевы эффективны на полях с малым и средним уклонами; на полях с большими уклонами резко снижается урожайность хлопчатника по сравнению с 60 см междурядьями. При этом предпочтение отдается 80 см междурядьям по сравнению с 90 и 100 см, хотя в производственных опытах преимущество имели 90 см междурядья.

Н. М. Маннанов, С. С. Саидумаров, М. С. Ганиев, Ф. А. Соколов, И. М. Габдурашидов, А. Н. Мартынов, А. Ш. Шасалихов (1969) приводят результаты 206 опытов с широкими междурядьями, проведенных с 1957 по 1968 гг. в СоюзНИХИ и его опытных станциях, а также в САИМЭ. В 1967—1968 гг. по 34 опытам СоюзНИХИ отмечалось увеличение урожая хлопка-сырца в 80 см междурядьях, в 18 опытах — при 90 см. По результатам этих опытов делается вывод о том, что широкие междурядья эффективны на полях со средним (до 0,007) и особенно малым (до 0,004) уклонами полей. Наиболее перспективной они признают 80 см междурядья. В то же время с точки зрения повышения производительности машин 90 см междурядья имеют некоторые преимущества по сравнению с 80 и 60 см междурядьями. Так, при посеве выработка тракторного агрегата в 90 см между-

рядьях по сравнению с 60 см междурядьями повышается на 30—40%, при 80 см только — на 20—25%. Но широкое внедрение 80 см междурядий связано с выпуском пропашного трактора с колесой 1600 мм. Поэтому авторы считают необходимым до создания такого трактора применять посевы с междурядьем в 90 см.

По шестилетним данным, полученным на посевах с широкими междурядьями в 1961—1966 гг. в совхозе им. Пятилетия УзССР, В. Бакулин, М. Динаев, Ф. Соколов, А. Мартынов, И. Турсунбаев и М. Богданов (1967) отмечают об увеличении производительности хлопкоуборочных машин при ширококорядных посевах и, что 80 см междурядья обеспечивают устойчивое повышение урожая хлопка-сырца. Такие же результаты получены Э. А. Эргашевым, Х. Б. Ишановым, Г. А. Ландесом (1965). По сообщению В. М. Нам, К. Турсунбаева (1964), в опытах 1961—1963 гг. при 80 см междурядьях урожай был выше на 5,4 ц/га, чем при квадратно-гнездовых посевах (60×60 см). Они указывают также на то, что переход к широким междурядьям позволяет сократить потребность в тракторах и других машинах в 1,5 раза; это только на приобретение техники может дать экономию на 30—40 тыс. руб. на каждые 1000 га.

Э. Х. Сайфи, М. Т. Богданов, И. М. Габдурашидов, Т. Грачева, В. П. Логачев (1962), отмечая прибавки урожая хлопка-сырца в ширококорядных посевах с 80 и 100 см междурядьями, указывают, что на посеве производительность труда можно повысить в 2 раза, скорость движения трактора можно довести до 7—7,5 км/час, против 6,5 км при узких междурядьях. В другой работе эти исследователи отмечают возможность увеличения скорости движения тракторного агрегата на посеве и междурядных обработках до 7—9 км/час, при этом качество сева не ухудшается, растения при культивации не повреждаются. Эффективность ширококорядных посевов с технико-экономической точки зрения доказана также В. И. Платоновым, Ф. А. Соколовым и Д. Кучиевым (1965).

По данным И. Сметова (1968), проведенным в Каракалпакском научно-исследовательском институте земледелия с 1961—1965 гг., широкие междурядья способствуют сохранению наибольшего количества растений на гектаре в период вегетации; в 60 см междурядьях за

вегетацию выпало растений при обработках 10,1 тыс. при 80 и 100 см междурядьях — соответственно 5,5 и 3, тыс. на 1 га. В среднем за пять лет урожай хлопка-сырца составил в 60 см междурядьях 25,0 ц/га, в 80 см — 29, в 100 см — 27,4 ц/га. Производительность агрегата за смену при обработке 60 см междурядий составляла 7,8, 80 см — 11—12, в 100 см междурядьях—14—15 га.

Х. Латипов (1968) отмечает, что при 90 см междурядьях выработка на одну хлопкоуборочную машину составляла 75 т, при узких — только 44. Если раньше на совхозе им. А. Икрамова Пахтакорского района Сырдарьинской области работало 200 хлопкоуборочных машин, с внедрением широких междурядий — только 158 машин. В 1967 г. на полях совхоза работало всего 120 пропашных тракторов вместо 180 работавших ранее. Как указывает М. Красильников (1969), при широких междурядьях снижается потребность в технике и механизаторских кадрах. При работе в 60 см междурядьях на каждые 1000 га требуется техники на сумму 397 тыс. руб., для той же площади в широких междурядьях стоимость приобретаемой техники снижается до 3364 тыс. руб.

Широкорядные посевы дают большие возможности для применения более совершенных машин. Такие посевы позволяют применять на пропашных тракторах широкие пневматические шины, которые увеличивают проходимость машинно-тракторных агрегатов, повышая этим коэффициент их полезного действия, сокращая расход горючего и смазочных материалов, улучшая управляемость машин.

Таким образом, доказывается преимущество широкорядных посевов (с междурядьями 80 и 90 см) над узкорядными при использовании механизмов, в повышении их производительности и качества выполнения отдельных элементов агротехники.

К настоящему времени накоплен также большой исследовательский материал о росте, развитии и продуктивности хлопчатника при широкорядных посевах, исходя из условий водообеспеченности растений, почвенно-климатических особенностей района, сортовых отличий и др.

Из данных опытов, проведенных в 1960 г., М. П. Меднис, М. Курбанов (1961) пришли к выводу, что в 100 см

междурядьях с длиной поливных борозд 675 м (уклон участка 0,006—0,008) не обеспечивается равномерное увлажнение почвы на всем протяжении рядка. К концу поливной борозды влажность почвы снижалась на 3—4 % (к весу почвы) по отношению к 60 см междурядьям с длиной поливных борозд 130 и 225 м. В результате уменьшалось накопление коробочек у растений, расположенных в этой зоне поливной борозды. Общий урожай был на 6,5—8,4 ц/га ниже, чем в узких междурядьях. Однако в широкорядном посеве отмечалось увеличение урожая первых сортов. Снижение общего урожая хлопксырца, наряду с недостаточным увлажнением почвы, авторы связывают с неполным использованием световой площади при широких междурядьях. В то же время в их опытах, проведенных в условиях Сурхандарьинской области, где уклон участка был равен 0,001—0,008, длина поливных борозд составляла 500—600 м широкие междурядья положительно сказались на урожайности хлопчатника. Самый высокий урожай отмечался в 100 см междурядьях, затем при схеме посева 60×60 и 80 см междурядьях. Снижение урожая в последнем случае объясняется большой изреженностью посевов.

В 1962—1964 гг. (М. П. Меднис, М. И. Насыров, 1966) на участке с уклоном 0,006—0,008 изучались поливной режим и урожайность хлопчатника сорта 108-Ф при междурядьях 60, 80 и 100 см. Длина поливных борозд сокращалась до 400 м. Оказалось, что в широкорядном посеве оросительная норма сократилась на 380—590 м³ в сравнении с узкорядными. При этом хлопчатник созревал на четыре—семь дней раньше, урожай первого сбора повышался на 2,6—3,4 ц/га при снижении общего урожая. Как показали результаты этих опытов, и при заметном сокращении длины поливной борозды не удалось предотвратить неравномерности увлажнения почвы на всем ее протяжении.

М. П. Меднис, С. Надырматов (1968) проводили опыты с поливом хлопчатника на целинных землях Голодной степи в 1964—1967 гг. при 60 и 90 см междурядьях. Поливные и оросительные нормы, так же и продолжительность полива в обоих междурядьях, были почти одинаковыми. В 90 см междурядьях создается возможность полива хлопчатника по длинным бороздам с большей струей поливной воды. При этом не исключается

неравномерное увлажнение почвы по всей длине поливной борозды, отрицательно сказываясь на урожае сырца. Так, в широкорядном посеве при длине поливной борозды 250 м и величине струи 1—1,5 л/сек (опыт 1965 г.) урожай сырца составлял 36,7 ц/га; при струе поливной воды 1,5—2 л/сек—36,6 ц/га; в 60 см междурядьях с длиной борозды 100 м и величиной струи 0,3 и 0,6 л/сек—39,2 и 39,1 ц/га, при длине поливной борозды 150 м с струей подаваемой воды 0,6—0,8 л/сек урожай хлопка равен 37,6 ц/га. Предлагается продолжить опыты поливного режима хлопчатника при широких междурядьях.

С. Надырматов (1971) для равномерного увлажнения почвы и увеличения урожая хлопка при широких междурядьях на вновь осваиваемых почвах Голодной степи длину поливных борозд предлагает уменьшить до 250 м вместо 300—400 м, при доведении струи поливной воды до 1,0—1,5 л/сек.

Г. А. Сеидов, В. С. Зайцев (1961), изучая влажность почвы в 60, 80 и 100 см междурядьях в условиях светло-каштановых, сероземных и темно-каштановых почв Азербайджана, доказали, что в широких междурядьях водный режим хлопчатника не ухудшается. Т. Мирхашимов (1969), проводивший опыты в 1966—1967 гг. в районах новоосваиваемых земель Голодной степи, указывает, что на светлых сероземах с легким составом в 90 см междурядьях при шести поливах и большей оросительной норме—7338 м³ урожай хлопка был выше, чем при пяти поливах и оросительной норме 6037 м³.

По итогам опытов 1960—1965 гг. на светло-каштановых почвах Азербайджана Т. Э. Эльзенгер, А. Ф. Файзуллаев, Г. Искандеров (1966) считают необходимым увеличение числа вегетационных поливов в широких междурядьях (90, 100 см), так как при равных поливах урожай по сравнению с узкими междурядьями снижался.

Г. Вахидов (1969) в условиях Андижанской области получал такие же данные. В широких междурядьях при оросительной норме 5869,5 м³ урожай был наибольшим по сравнению с нормой оросительной воды 4806,6 м³, продолжительность полива соответственно была 97,2 и 80,4 часа. В 90 см междурядьях при наличии на 1 га 100—120 тыс. растений на новых землях Голодной степи, как показывают данные Х. Латипова (1968), на 30%

сокращается расход поливной воды за счет содержания почвы в рыхлом и чистом от сорняков состоянии.

А. Д. Чурляев, Е. Н. Парватов (1969) по опытам 1965—1967 гг. на слабозасоленных луговых почвах установили, что как поливная, так и оросительная норма при междурядьях 60, 80 и 90 см была одинаковой, отклонения составляли до 1,5%. Предполивная влажность почвы в метровом горизонте в широкорядных посевах была выше или наравне с узкими междурядьями.

По результатам указанных опытов на участке с уклоном 0,002 в 80 и 90 см междурядьях урожай в целом был равный, с уклоном 0,005 в 90 см междурядьях несколько ниже, чем при 80 см междурядьях. Примерно такие же данные ими получены на слабозасоленных, почвах Ферганской области (А. Чурляев, Е. Парватов, 1968). При этом они отмечают высокую эффективность широкорядных посевов.

Опыты, проведенные в 1966—1968 гг. на староорошаемых светлых сероземах, показали, что в 80—90 см междурядьях урожай хлопка-сырца повышается на 2,5—4 ц/га в сравнении с узкими междурядьями (А. В. Трушкин, Г. Вахидов, 1971). Из результатов работ этих авторов видно, что полевая влагоемкость почвы в течение всего периода вегетации как в узких, так и в широких междурядьях оставалась на одинаковом уровне. Большой интерес представляет характеристика объемного веса почвы (табл. 1).

Таблица 1

Объемный вес почвы (г/см³), на начало и конец вегетации хлопчатника в зависимости от ширины междурядий

Горизонт почвы, см	Исходный объемный вес почвы на 25/V	Изменения к концу вегетационного периода (24/X) по схемам		
		60×30—2	80×25—2	90×20—2
0—30	1,29	1,40	1,38	1,38
30—50	1,46	1,44	1,44	1,39
50—90	1,36	1,37	1,37	1,36
90—150	1,47	1,47	1,47	1,47

Как показывают данные табл. 1, в узких междурядьях под влиянием поливов и прохода тракторов почва

уплотняется сильнее, чем в широких междурядьях, особенно в горизонте 0—50 см. Скважность почвы в узких междурядьях в конце вегетации была 50%, в 90 см междурядьях — 52,5%. Все это сказывалось благоприятно на развитии корней.

Р. Мухамеджанов (1968) на типичных сероземах с глубоким залеганием грунтовых вод на участке с уклоном 0,005 при схеме полива 2—3—1 и одинаковой норме полива (1000, 1500 м³) в 80 и 90 см междурядьях при усхождении цветения и созревания хлопчатника отмечал снижение урожая по сравнению с узкими междурядьями.

По сообщению М. Красильникова (1969), в совхозе «Малик» на засоленных сероземно-луговых почвах широкие междурядья позволяют нарезать глубокие поливные борозды (до 25—30 см), что резко сокращает затопливаемость рядков при поливе. Так, при 60 см междурядьях затопливалось до 37% рядков, в широких 90 см междурядьях — всего 8,5%. Длина поливных борозд в широких междурядьях составляла 600—800 м. В широких междурядьях благодаря глубокой культивации и нарезке борозд промачиваемость почвы увеличивалась и поэтому в совхозе проводили всего 2—2,5 полива хлопчатника вместо 3,5—4 раз до внедрения широкорядных посевов. В связи с этим сокращалась кратность культиваций.

Об улучшении качества полива и соответствующем увеличении урожая хлопка при широких междурядьях отмечали также З. Ахметов и другие (1966).

Наилучшей схемой полива хлопчатника в широких (90 см) междурядьях на светлых сероземах Голодной степи (глубина залегания грунтовых вод 15 м) А. Автономов, М. Хасанов, Т. Мирхашимов (1970) считают 2—3—0, 2—4—0 с оросительной нормой 6,7 тыс./м³.

По данным З. А. Алиева (1966), в 90 и 100 см междурядьях отмечалось увеличение доморозного урожая, однако в условиях Вахшской долины они неприемлемы для тонковолокнистых сортов как с компактным, так и с раскидистым строением куста, так как по сравнению с узкими междурядьями здесь урожай значительно снижаются. Так, у раскидистого сорта 504-В урожай снижался на 1,3—3,5 ц/га, и особенно большое снижение до 9—11 ц/га отмечено у сорта с нулевым типом

ветвления. Автор это объясняет наличием больших уклонов в Вахшской долине, затрудняющих проведение вегетационных поливов.

В. Е. Кабаев, А. Е. Шалашилина (1965) по опыту 1960—1962 гг. в Таджикском научно-исследовательском институте сельского хозяйства на незасоленных сероземно-луговых почвах с залеганием грунтовых вод до 1,8—2 м, по механическому составу тяжелых, плотных с уклоном участка 0,008—0,01 пришли к выводу, что в 100 см междурядьях для полива одной и той же площади тратится в 2 раза больше времени; из середины междурядий теряется много влаги за счет испарения, урожай по сравнению с 60 см междурядьями ниже. В связи с этим авторы считают, что междурядья в 100 см непригодны для районов с сухим климатом, а также для засоленных земель и плотных почв.

Б. П. Фирсов (1960) приводит сведения о режиме орошения хлопчатника в США. В хлопковых хозяйствах США, где применяются метровые междурядья, длина поливных борозд достигает 800—1000 м, иногда и до 1700 м. При проведении очередных поливов обращается внимание на температуру почвы. Первый полив не рекомендуют начинать, если температура на глубине 12 см не достигает 21°, при температуре 30° поля должны поливать, хотя растения и не будут испытывать недостатка влаги.

Таким образом, как показывают данные приведенных авторов, широкорядные посевы перспективны на почвах с малыми и средними уклонами, где возможно проводить вегетационные поливы по длинным глубоким бороздам без опасения затопления рядков. На участках с большими уклонами в широких междурядьях ухудшается режим орошения и снижается продуктивность хлопчатника.

По мнению многих исследователей, наилучшей длиной поливных борозд на малых и средних уклонах при широких междурядьях считается 250 м. При длине борозд от 250 до 400—600 м из-за неравномерного увлажнения почвы, особенно на концах поливных борозд, снижается общий урожай хлопка-сырца. По отдельным данным показано положительное влияние на продуктивность хлопчатника длины поливной борозды порядка 600—800 м. Это указывает на необходимость дифференциации орга-

низации полива с учетом конкретных почвенных условий.

Таким образом, по мнению многих исследователей, режим орошения хлопчатника в широких междурядьях сохраняется в основном таким же, как и при узких. Для улучшения водообеспеченности растений широкорядного посева ряд авторов предлагает увеличить нормы, количество и продолжительность вегетационных поливов.

Из приведенных материалов, видно, что еще окончательно не решены следующие вопросы: норма поливной воды, количество вегетационных поливов и длина поливных борозд в зависимости от ширины междурядья, почвенных условий и уклона земельных участков.

К настоящему времени научная литература пополнилась значительным количеством работ по изучению влияния широких междурядий на рост, развитие и урожай хлопка в различных районах хлопкосеяния.

Г. К. Григорян (1961), Р. Г. Велиев (1963), Ю. И. Алиев, З. М. Мухтаров (1967) по опытам, проведенным в Армении и Азербайджане, отмечают ускорение развития, увеличение числа коробочек и урожая хлопка-сырца при широкорядных посевах. По данным Р. Г. Велиева, увеличение коробочек наблюдается при густоте 83,3 и 100 тыс. растений соответственно в 80 и 100 см междурядьях. В тех же междурядьях при густоте 125 и 144 тыс. не наблюдалось увеличения числа коробочек. В опытах Ю. И. Алиева, З. М. Мухтарова при 90 см междурядьях (густота 108 тыс. га) урожайность хлопчатника возросла от 6,6 до 10 ц/га по сравнению с 60 см междурядьями (густота 80 тыс. га).

Такие же результаты по росту, развитию и урожайности хлопчатника получены Х. Б. Ишановым, З. С. Турсунходжаевым (1966) на типичных сероземах Сурхандарьинской, Я. Х. Горенбергом, Е. П. Гореловым, Н. А. Шпаковым (1967) на луговых почвах Самаркандской, А. Шерматовым (1970) на сероземах Наманганской областей Узбекской ССР. В условиях Бухарской области в 90 см междурядьях получено на 3,3—9 ц/га хлопка больше, чем в 60 см междурядьях (С. Яллаев, 1970, 1971).

По многолетним данным А. Саипназарова (1969), в условиях Аккурганского района Ташкентской области наибольший урожай обеспечивается при 90 см между-

рядьях. При этом в опытных деланках (1967—1968 гг.) более эффективными по получению высокого урожая были 90 см междурядья с густотой 100 тыс. при одиночном размещении растений в рядках, в то же время в производственных посевах совхоза им. Пятилетия УзССР (1961—1967 гг.) в 80 см междурядьях при густоте 125 тыс. растений, в 90 см междурядьях при густоте 110 тыс. растений урожай несколько снижался. В совхозе «Малик» более перспективными считают 90 см междурядья с густотой 100 тыс. га (М. Красильников, 1969).

Из испытывавшихся 60, 80, 90 и 100 см междурядий (90 см междурядья испытывались только один год) в 1961—1964 гг. Э. А. Эргашев, Х. Б. Ишанов, Г. А. Ландес (1965) наилучшими по урожаю считают 80 см междурядья с густотой 83 тыс. на 1 га.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что широкорядные посевы являются одним из средств увеличения урожая хлопка-сырца. Однако не решена окончательно ширина междурядья. В одних случаях эффективными оказались 80 см, в других 90 см междурядья. При этом также не определены оптимальные густоты. Для получения более удовлетворительных урожаев предлагаются различные густоты стояния, но часто в пределах 100—110 тыс. на 1 га.

Некоторые исследователи изучали реакцию различных сортов хлопчатника на изменение ширины междурядий.

По данным Б. Н. Абдуллаева (1965), ширина междурядья определяется от скороспелости и особенно от типа куста. Прибавка урожая в пределах 8% отмечалась у сорта 152-Ф с широким раскидистым кустом на 80 см междурядьях и 23%—при 100 см междурядьях. При выращивании скороспелого сорта С-3506 в 80 см междурядьях прибавка урожая составила 8%, при дальнейшем увеличении ширины междурядья эффекта не было.

На основании данных опытов других лет Б. Н. Абдуллаев предлагает на почвах с незначительным уклоном с целью ускорения созревания, улучшения качества волокна и повышения урожая хлопка-сырца скороспелые сорта С-3506, С-4727 выращивать при междурядьях 80 см, позднеспелые сорта 108-Ф, 153-Ф, 152-Ф, АК-2—42—при междурядьях 100 см.

С. Мухамедханов, Р. Хасаншин (1968) испытывали хлопчатник с различным морфологическим строением —

предельного типа ветвления С-8230, А-150; первого типа — 8196, 158-Ф; второго типа — С-4727, 108-Ф; третьего типа — С-3506, С-450 — 555 на лугово-болотных почвах при 60 и 90 см. При широких междурядьях цветение и созревание у всех испытанных сортов наступало на два дня раньше, высота главного стебля также увеличивалась с увеличением ширины междурядья. Сорта третьего типа ветвления — С-3506; С-450—555 по числу коробочек находились на первом месте и на последнем — сорта предельного типа ветвления. При ширококорядных посевах все сорта накопили на две — шесть коробочек больше. Самый высокий урожай в широких междурядьях дал сорт 158-Ф с первым типом ветвления. Сорт 108-Ф со вторым типом ветвления при широких междурядьях оказался на 10 ц/га урожайнее, чем при узких междурядьях.

А. Шерматов (1969) на типичных сероземах Наманганской области испытывал сорта 156-Ф, 159-Ф, 152-Ф и другие при густоте 111 тыс. растений на 1 га в 60 и 90 см междурядьях. Эти сорта по сравнению с сортом 108-Ф при выращивании в широких междурядьях оказались урожайнее на 2 — 3 ц/га.

Опыты с тонковолокнистым сортом хлопчатника при широких междурядьях начали проводиться с 1965 г. на Сурхандарьинской сельскохозяйственной опытной станции СоюзНИХИ (Б. Джуракулов, 1970). По данным Б. Джуракулова, в 80 и 90 см междурядьях у сортов 5904-И, С-6002 цветение наступает на четыре — семь дней раньше, чем в узких. В среднем за три года урожай по сорту 5904-И при широких междурядьях по сравнению с узкими междурядьями увеличился на 3,2 и 2,6 ц/га.

Впервые в Узбекистане в производственных условиях эти сорта стали возделываться в 80 и 90 см междурядьях в бригаде Х. Баратова из колхоза им. Жданова Термезского района в 1968 г. Было доказано, что при широких междурядьях у тонковолокнистых сортов созревание наступало на три — семь дней раньше (А. Колдаев, 1969). По опыту бригады Х. Баратова многие хозяйства перешли на ширококорядный сев тонковолокнистых сортов хлопчатника.

В 1967 — 1969 гг. Б. Джуракулов, А. Джамалов (1971) продолжили опыт с тонковолокнистыми сортами в широких междурядьях в связи с изучением заболева-

емости хлопчатника макроспориозом и альтернариозом. По их данным, в широких междурядьях заболеваемость коробочек макроспориозом в 2—3 раза ниже, чем в узких.

Таким образом, увеличение ширины междурядья до 80 и 90 см оказывает положительное влияние на повышение продуктивности хлопчатника как средневолокнистых, так и тонковолокнистых сортов. Сорты первого, второго и третьего типов ветвления на расширение междурядья отзываются лучше, чем предельного типа ветвления.

Работ по изучению влияния различных норм минеральных удобрений на хлопчатник при ширококорядных посевах мало.

Так, в опыте Б. Н. Абдуллаева (1965) изучалась норма минеральных удобрений — NPK — 100, 100, 50; 150, 150, 75; 200, 200, 100 и 250, 250 и 125 кг/га. С увеличением норм минеральных удобрений у всех изученных сортов созревание задерживается на два—семь дней, но в меньшей степени это сказалось в широких (80 и 100 см) междурядьях; вес коробочек на фоне большего внесения удобрений в широких междурядьях повышался. Скороспелые сорта С-3506, С-4727 дали больший урожай на повышенном фоне питания при 80 см междурядьях. Более высокие урожаи у других сортов отмечались в 100 см междурядьях.

И. И. Мадраимов, Р. С. Исаев (1968) в 1966—1967 гг. на луговых почвах с близким залеганием грунтовых вод в Хорезмской области изучали способы внесения азота при ширококорядных (90 см) посевах, густота стояния растений составляла 74 тыс., годовая норма азота — 300—350 кг, фосфора — 200 кг/га, причем 150 кг/га азота вносили перед севом, остальную часть — в подкормки в фазу двух-трех настоящих листочков, бутонизации и цветения.

По их мнению, наилучший способ внесения удобрений в широких междурядьях — это внесение их сбоку рядка в первую и вторую подкормки, соответственно на 15—18 и 18—22 см от растений, и внесение азота на расстоянии 30—33 см при третьей подкормке. В этом случае было собрано 52,3 ц/га хлопка-сырца. При внесении азота во все три подкормки в середину междурядья на 30—33 см от линии рядков было собрано 49,6 ц/га хлопка.

При внесении азота во все подкормки в середину широких междурядий (90 см) по сравнению с боковым внесением в опыте Р. Исаева (1968) урожай хлопка-сырца снизился на 3,8 ц/га, где общий урожай по вариантам составлял 48,4 и 52,2 ц/га. Такое же снижение урожая наблюдается при заделке удобрений на глубину 10—20 см по сравнению с внесением их на глубину 18—20 см. Р. Исаев, С. Сандумаров (1971) на основании опытов в Хорезмской и Ташкентской областях отмечают, что питательный режим в широких междурядьях складывается лучше, чем в узких. Та же самая картина наблюдалась Н. М. Сафиуллиным (1972) в опытах Самаркандской области.

Многочисленные исследования посвящены обоснованию экономической эффективности широкорядных посевов.

Р. Г. Велиев (1963) по результатам опытов в Азербайджане делает заключение о том, что при возделывании хлопчатника в 80 и 100 см междурядьях экономия горючего составляет 28 — 41 кг на 1 га, на 1 ц хлопка-сырца затрачивается 3,4—3,8, при квадратно-гнездовом посеве — 4,5 чел.-дня.

По опытам, проведенным в совхозе «Хазарбаг» Сурхандарьинской области, Э. А. Эргашев, Х. Б. Ишанов и Г. А. Ландес (1965) определили, что широкие междурядья увеличивают нагрузку на каждый трактор в период ухода за растениями в 2 раза по сравнению с узкими междурядьями. Если при узких междурядьях нагрузка на один трактор составляла 35 — 40 га, при широких междурядьях она возрастает до 70 — 80 га.

А. Х. Хайдаров (1968) сообщает, что широкие междурядья (80 см) на каждые 1000 га посевов хлопчатника сокращают потребность в пропашных тракторах до 17 против 25 при квадратно-гнездовом посеве с 60 см междурядьями. При применении 100 см междурядий количество тракторов уменьшается до 14.

В. Платонов (1968), обобщая результаты более 200 производственных опытов с широкими междурядьями, проведенных в 1961 — 1967 гг. в различных районах Узбекистана, с точки зрения их экономической эффективности, делает заключение о целесообразности применения этого способа возделывания хлопчатника.

В. И. Дианов, А. Болганбаев (1969) по опытам Пах-

тааральской станции установили, что в целом за вегетационный период затраты труда на широкорядных посевах оказались ниже на 12%, а экономия в зарплате составила 16% на 1 га. Себестоимость 1 ц хлопка-сырца в широких междурядьях на 1,3 руб. ниже, чем в узкорядных.

П. И. Ибрагимов (1969), обобщая опыты в ряде колхозов и совхозов за 1962 — 1965 гг., указывает, что на посевах при 80 см междурядьях по сравнению с узкими производительность труда повышается на 41%, при 90 см междурядьях — на 70%, при 100 см — на 107%; производительность труда на культивации возросла соответственно на 23,6, 46,0 и 94,7%, выработка хлопкоуборочных машин повысилась при 80 см междурядьях на 13—14% при 90 см междурядьях — примерно на 20%.

По данным А. А. Артыкова, Х. Исомова (1970), затраты труда при широких междурядьях (80 и 90 см) снизились на прореживании с прополкой сорняков на 14,4 — 25%, на вегетационных поливах — на 12,2 — 18%.

С. Яллаев (1970) отмечает, что на широкорядных посевах общие затраты на 1 га составили 476,0 руб. против 598,8 руб. при узкорядных 60 см междурядьях, себестоимость 1 ц/га хлопка-сырца составила 28,1 руб., при широких снизилась до 19,5 руб.

По данным А. Саипназарова (1968), в целом по совхозу им. Пятилетия УзССР на возделывание 1 га хлопчатника и уборку урожая затрачено 62 чел.-дня, а в звеньях, где хлопчатник засеивался при широких междурядьях, только 37; по совхозу в целом произведено на каждый человеко-день по 50 кг хлопка-сырца, на широкорядных посевах — по 100 — 130 кг.

О большой экономической эффективности широкорядных посевов хлопчатника сообщалось и другими авторами.

Таким образом, с экономической точки зрения эффективность широких междурядий доказана многими исследованиями, причем для самых разнообразных зон хлопкосеяния.

Широкие междурядья способствуют применению широкозахватной техники, увеличивают ее производительность, способствуют нарезке более глубоких поливных борозд, повышают качество полива и дневную норму выработки поливальщика, предупреждают вырезку расте-

ний при обработках, ускоряют машинную уборку урожая. По итогам многочисленных опытов, широкие междурядья превосходят узкорядные и по общему урожаю при равных урожаях они намного экономичнее узкорядных посевов.

В последние годы в хлопководстве США начали испытывать узкорядные посевы. Вместо обычно практикуемых там 90 и 100 см междурядий ширину междурядья уменьшают до 20—30, 50, даже до 8. Общепринятая густота стояния от 40—150 тыс. доводится до 250—750 тыс. растений на 1 га. При этом проверяются различные способы посева: вразброс с самолета, рядовыми зерновыми сеялками, двух—четырехстрочный посевы и др. Однако еще не установлены четкие схемы размещения норм посева, способы уборки хлопка-сырца. По этим опытам считается, что загущенные посевы снижают затраты, так как в них почвообрабатывающие орудия не могут быть применены, повышают урожай и качество волокна (S. A. Breth, 1965; Л. К. Хлебутина, 1972). Однако внедрение узкорядных посевов затрудняется в результате отсутствия низкорослых сортов, а существующие же сорта при загущенных посевах сильно вытягиваются в длину, полегают, часть урожая погибает. Узкорядные (18 см) посевы хлопчатника изучаются также в Австралии. При этом отмечены уменьшение капиталовложения и повышение урожая хлопка-сырца по сравнению с широкими междурядьями.

Из вышеизложенного видно, что вопросы применения различной ширины междурядья привлекали внимание многих исследователей. Самые ранние посевы хлопчатника были сплошными с чрезмерно высокими густотами, которые впоследствии сменились джоячными и затем рядовыми с междурядьями в 70 см. В замену им пришли узкорядные посевы с шириной междурядья в 60 см. В последние годы от узкорядных посевов начали переходить к широкорядным с 90 см междурядьями. Однако в США и Австралии развернулись опыты вновь с узкими междурядьями шириной от 8 до 30—40 см (Д. Д. Брежнев, 1972). Следовательно, и по настоящее время еще не определена оптимальная ширина междурядий, отвечающая получению максимальных урожаев хлопка-сырца.

Изменение ширины междурядья обуславливалось ростом технической оснащенности и экономических возмож-

ностей хозяйств. Анализируя эти изменения в практике хлопководства, следует отметить, что вряд ли возможно и целесообразно останавливаться на какой-либо одной ширине междурядья. Условия выращивания хлопчатника (питание, влага, почва, механизация и др.) изменяются; разнообразны и природно-климатические зоны возделывания хлопчатника. Кроме того, сорта хлопчатника, обладая различными биологическими особенностями, реагируют на них по-разному, следовательно, потенциальные возможности их будут проявляться также различно. Поэтому изучение реакции хлопчатника на изменение ширины междурядья с целью дальнейшего повышения его продуктивности должно иметь первостепенное значение.

Расстояние междугнездий

При одной и той же ширине междурядья можно получить разное количество растений на единице площади, если регулировать расстояние между ними в рядках.

Как уже отмечалось выше, при примитивной агротехнике, применявшейся в единоличных хозяйствах дореволюционного периода, практиковались посевы вразброс. При таком способе трудно было регулировать расстояния между растениями, густота стояния зависела от нормы высева семян.

Наряду с разбросным широкое распространение получает джоячный способ, при котором практически стало возможным регулировать расстояние между растениями. Обычно растения размещались одно от другого на расстоянии $1\frac{1}{2}$ аршина (35,5 см). При джоячном способе посева при оставлении в гнезде одного растения можно было бы иметь до 30 — 31 тыс. на 1 га; при двух-трех растениях в гнезде — от 60 до 90 тыс. растений.

В связи с внедрением в хлопководство рядовых посевов многие исследователи начали изучать расстояния между растениями — 18, 35, 53, 54, 71 см и другие при ширине междурядья 89 см с одним, двумя и тремя растениями в гнезде. Отмечалось (Р. Шредер, 1913а), что при оставлении по одному растению в гнезде рост, число завязей, площадь листа увеличиваются по мере увеличения расстояния между растениями. Последующие опыты (Р. Шредер, 1913б) включали изучение расстояния между растениями до 106 см с оставлением в гнезде от одно-

го до двух растений. Наименьший урожай с куста был собран при расстоянии междугнездий 18 см, с единицы площади урожай сырья был наиболее высоким. Количество коробочек у редкостоящих растений повышалось, но их созревание зависело от погодных условий осени. Увеличение урожая с одного куста происходило вплоть до размещения растений в рядках на расстоянии 106 см (Р. Шредер, 1915).

По сообщению Г. С. Зайцева (1923), в американской практике того времени расстояние междугнездий хлопчатника составляло 30 — 45 см в зависимости от плодородия почвы.

К 1917 г. в отдельных местах Туркестана практиковалось размещение растений в ряду на расстоянии до 53 см при ширине междурядья в 71 см с одним, двумя и тремя растениями в гнезде (Н. Ярославцева, 1923). Урожай на одно растение уменьшался с увеличением растений в гнезде, но на единицу площади повышался.

К 1922 г. начинают испытываться междугнездья шириной 9, 18, 36, 44, 53 см с одним, двумя и тремя растениями в лунке (А. Макаров, 1923). Установлено, что чем меньше расстояния между гнездами, тем меньше моноподиев; с увеличением густоты наблюдается тенденция к увеличению числа узлов до первого симподия. На более раннее наступление цветения и раскрытия коробочек отмечается у одиночно стоящих растений. Урожай на единицу площади увеличивается при загущенных посевах; самым высоким он был при междугнездии в 18 см при оставлении трех растений в гнезде и 8,9 см — у парно и одиночно расположенных растений в гнезде. В 1924 — 1928 гг. А. Ф. Макаров (1930а, 1930б) изучал расстояния между гнездами в 10, 20, 30, 40, 55 и 72 см с оставлением в каждом из них по одному, два и три растения. Ширина междурядья равнялась 90 см. В данных опытах наибольший урожай был получен при сближенных междугнездьях. Среди различных схем размещения дающих одинаковое количество растений на 1 га, наилучшей была схема с одиночным расположением растений в гнезде.

Н. Н. Балашев (1926) испытывает расстояние между гнездами в 9, 18 и 36 см с одним и тремя растениями в гнезде при ширине междурядья 53,3; 71,1 и 88,9 см. Опыты показали, что с увеличением густоты отстает рост

развитие и урожай каждого растения; на единицу площади наибольший урожай сырья отмечался при ширине междугнездий в 9 см с тремя растениями в лунке. Последующие опыты (Н. Н. Балашев, 1930) при 90 см междурядьях с шириной междугнездий от 5 до 60 см (5, 10, 20, 40, 60 см) и оставлением в каждом гнезде по три растения показали, что чрезмерное загущение отрицательно сказывается на росте и развитии хлопчатника, увеличивает количество бесплодных растений, в результате чего урожай снижается. По итогам трехлетних исследований увеличение урожая хлопка отмечалось при расстоянии между растениями в 20 см, что соответствовало густоте 166,6 тыс. га. Такие же данные были получены И. Варунянц (1930).

П. А. Яхтенфельд (1928) при изучении расстояний между гнездами 15, 30 и 45 см при 50, 75 и 100 см междурядьях с одним и двумя растениями в гнезде, установил, что с увеличением расстояния между растениями в рядах и числа их в гнезде отставало развитие хлопчатника. Если от уменьшения ширины междурядья начало раскрытия коробочек замедляется всего на один-два дня, то при сближении расстояния между растениями в рядах — на четыре — шесть дней, при этом с увеличением количества растений в гнезде резко снижается урожай на одно растение.

Еще ранее в 1924 г. Г. С. Зайцев (Г. С. Зайцев, 1963) отмечал, что увеличение густоты вызывает уменьшение роста ветвей, запаздывание созревания коробочек, но при определенной густоте с единицы площади можно получить высокий урожай. Однако при одном и том же количестве растений на 1 га выгоднее размещать растения одиночно, чем по два и три. Ф. М. Итон (F. M. Eaton, 1955) также показал, что загущение увеличивает высоту закладки первого симподия; наиболее выгодным, по его данным, было расстояние между растениями в 15 см.

На основании проведенных исследований и растущей механизации в хлопководстве страны основным способом размещения хлопчатника становится рядовой посев, практиковавшийся вплоть до 1954 — 1955 гг. При этом растения размещались в гнездах по два-три на расстоянии от 20 до 40 см при ширине междурядья 60—65 и 70 см. Одновременно применяется и одиночное размещение растений с расстоянием между ними 10—20 см.

С внедрением в 1954 — 1955 гг. квадратно-гнездовой посева хлопчатник в основном начали возделывать по схеме 60×60 —3, 60×50 —2,3, 60×45 —2,3 и на части площади — частогнездовым способом, а затем рядовым по схеме 60×15 —30 см с одним или двумя растениями в гнезде.

С 1960 г. в хлопкосеющих республиках начали испытывать широкорядные посевы, с расстоянием междугнездий от 10 до 20 см и более при одно-двух растениях в лунке. Пока еще нет точных данных о том, какие расстояния между гнездами больше всего удовлетворяют повышению урожайности хлопчатника.

Однако, имеющиеся в этом отношении данные являются весьма важными, но нередко и противоречивыми. Несмотря на несовершенство в определенных условиях они уже сейчас способствуют повышению урожая хлопчатника-сырца.

Анализ обширных данных свидетельствует, что наилучший рост, развитие и урожай хлопка обеспечивается при размещении его в 80 и 90 см междурядьях с двумя растениями в гнезде и расстоянием между гнездами в 25—20 см. В ряде опытов благоприятные условия для урожая в 80 см междурядьях создавались при одиночном и парном расположении растений в гнезде на расстоянии 12—15 см, в то время как в 90 см междурядьях при расстоянии междугнездий 10, 20 см и более оставление по два-три растения в лунке не оказало должного эффекта на урожай. Многие считают, что 100 см междурядья с расстоянием между растениями 7—10 см и одиночное стояние растений в гнезде обеспечивают высокий урожай хлопка-сырца.

Такое же преимущество одиночного размещения растений в гнезде на расстоянии 10—13 см отмечается и для междурядий в 90 см.

Из вышеизложенного видно, что наилучшие условия для получения высоких урожаев создаются в широких (80, 90 см) междурядьях при одиночном и парном расположении растений в гнезде с общей густотой порядка 80—110 тыс. растений на 1 га и более. По данным, представленным в настоящем обзоре, расстояние между растениями в рядках от 10 до 20 см и больше способствует повышению урожайности хлопчатника.

Из приведенного обзора далее следует, что в зависимости от технико-экономических возможностей хозяйств, природно-климатических условий, уровня механизации и химизации хлопководства, а также от сортовых особенностей ширина междурядья, густота стояния растений и расстояние междугнездий постоянно менялись. Однако практикуемые в настоящее время широкие междурядья, установленные густоты и размещение растений в рядках не могут оставаться постоянными, неизменными.

Выведение новых сортов, биологические особенности которых будут превосходить ныне существующие, дальнейший рост технических возможностей и агротехники перед исследователями ставят новые проблемы по разрешению вопроса правильного размещения растений в посевах. Внедрение высокоурожайных низкорослых сортов возможно потребует перехода к возделыванию их с большей густотой и, вероятно, в узких междурядьях.

ГЛАВА II

РОЛЬ СВЕТА, ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Свет

Из всех факторов внешней среды, которые воздействуют на растительный организм, космическим принадлежит важная роль.

Обычно в естественных условиях растения ощущают влияние не одного, а одновременно комплекса (свет, температура и другие) факторов. В зависимости от конкретных условий действие какого-либо фактора может преобладать или сильно снижаться. Однако каждый из них по своему значению в жизни растений равноценен и не может быть заменен другим.

Среди космических факторов особо важное место занимает свет.

Значение света, прежде всего, определяется его участием в процессе фотосинтеза — процесса образования органического вещества за счет неорганических под влиянием световой энергии, накапливаемой в хлоропластах растений. Как известно, до 95% сухого веса растений образуется в процессе фотосинтеза. В этом заключается решающая роль фотосинтеза в формировании урожая.

На поверхность земли поступает от солнца большое количество лучистой энергии. Часть этой энергии отражается поверхностью растений и самой почвы, часть поглощается ими, лишь небольшая доля—1—3% от общей поступающей энергии используется непосредственно на фотосинтез (К. А. Тимирязев, 1948 и др.) Неиспользуемая на фотосинтез лучистая энергия оказывает на него косвенное влияние.

Поток лучистой энергии, идущий от солнца, состоит из ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных лучей. Фотосинтез протекает при участии видимых лучей. и особенно интенсивно в красных лучах с длиной волны 0,65–0,75 микрона и в меньшей мере в синих и в сине-фиолетовых лучах (длина волны 0,45–0,50 микрона). В пределах длины волн 0,50–0,65 микрона (зеленая часть спектра) фотосинтез происходит незначительно. Инфракрасные лучи, несущие наибольшую энергию, не поглощаются хлорофиллом, однако они создают растениям необходимый температурный режим.

Количество падающей и поглощающей энергии будет различаться в зависимости от числа растений в посевах и площади их листовой поверхности. Б. А. Айзенштат, Е. Н. Балашева, О. М. Житомирская (1958) установили, что хлопковое поле в дневное время основную массу тепла (90% всего поступления) получает в виде лучистой энергии и часть тепла (10%) путем теплообмена с воздухом. Это предполагает размещать растения таким образом, чтобы они были поставлены в условия наилучшей освещенности.

По наблюдениям Е. А. Лопухина (1950), поверхность посева хлопчатника отражает до 20% падающей на него солнечной энергии, около 40% — поглощается листьями, и примерно столько же поглощается самой почвой.

Обобщая результаты опытов, А. А. Ничипорович (1956) доказал, что при площади листьев, близкой к 30 тыс./м²/га, поглощается достаточно энергии и интенсивно протекает фотосинтез, при достижении площади листьев до 30–40 тыс./м²/га, хотя и повышается количество поглощаемой энергии, ухудшается освещенность нижних и средних листьев, сказываясь на скорости фотосинтеза.

Несмотря на то, что коэффициент использования солнечной энергии на фотосинтез невелик, однако недостаток света очень часто бывает причиной ограничения скорости фотосинтеза. Больше всего недостаток света ощущается во внутренних частях куста. Освещенность меняется в течение дня. Величина освещенности, при которой возможен фотосинтез, варьирует в широких пределах. Минимальное освещение, когда наблюдается ассимиляция углерода, ничтожно малое.

Теневыносливые растения способны ассимилировать при меньшей интенсивности света, у светолюбивых растений фотосинтез наблюдается при больших величинах освещенности. Как правило увеличение освещенности до некоторого предела сопровождается параллельным усилением процесса фотосинтеза. С достижением определенного предела, т. е. светонасыщения, фотосинтез падает. Это связано со скоростью дальнейшей переработки продуктов, синтезируемых при фотосинтезе, в ходе так называемой темновой реакции. В зависимости от вида и места обитания растений, условий возделывания и т. д. предел освещенности, при котором нарушается соответствие между световой и тепловой фазами фотосинтеза, будет различным.

По данным Ю. С. Насырова (1960), при полевом выращивании фотосинтез у хлопчатника отмечается при освещенности 1—2 тыс. лк; при 50—70 тыс. лк. фотосинтез возрастает до максимальных величин; с увеличением освещенности с 80 до 100 тыс. лк. сопровождающейся высокими температурами интенсивность этого процесса падает. Лабораторные опыты, проведенные при тщательном регулировании температуры и CO_2 , показали, что с увеличением освещенности с 8 до 70 тыс. увеличивается процесс фотосинтеза, в дальнейшем увеличение освещенности снижало интенсивность фотосинтеза. Таким образом, установлено, что в условиях Средней Азии оптимальные условия освещенности для протекания фотосинтеза находятся на уровне немногим ниже, чем максимально возможное значение дневного света.

Изучение условий освещенности для конкретных районов и возделываемых культур имеет большое практическое значение. Создавая растениям благоприятный световой режим, можно регулировать рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур. Например, при улучшении условий освещенности в утренние и вечерние часы и снижении напряженности света в дневные, создаваемые расположением рядков хлопчатника в направлении с запада на восток, по сравнению с расположенными с севера на юг отмечается некоторое повышение урожая хлопка-сырца. При восточно-западном направлении растения лучше освещаются в утренние, вечерние часы, менее — в середине дня (И. Э. Рабинович, 1938; Л. Н. Бабушкин, 1953). Как указывает С. Ли-

чев (1966), в условиях Болгарии при востоко-западном расположении хлопчатника в рядках $2/3$ всей корневой системы развивается в южном направлении, где по сравнению с северной затененной стороной, температура пахотного слоя на $1-2^{\circ}$ выше. Это, по его наблюдениям, отрицательно сказывается на росте и развитии растений, так как корни охватывают меньшую площадь питания.

При сравнении этих двух работ можно заметить, что в тех районах, где имеется обилие света, растения в посевах нужно располагать так, чтобы оградить их от чрезмерной инсоляции, и, наоборот, в местностях, где поступление солнечной энергии на поверхность земли ограничено, предпринимать меры для улучшения светового режима соответствующим регулированием расположения растений по отношению к падающим лучам.

Сокращение времени воздействия или интенсивности самой освещенности по отношению к естественной вызывает глубокие изменения в растительном организме.

Н. Г. Симонгулян (1964) при исключении освещения в утренние и вечерние часы, т. е. при сокращении времени фотосинтеза наблюдала ускорение созревания хлопчатника. Однако в этих условиях площадь листьев и количество плодозлементов снижались по сравнению с контрольными растениями.

В вегетационных опытах М. Ибрагимова (1969) при снижении интенсивности света на 25% развитие хлопчатника задерживалось на пять-шесть, снижение освещенности на 50% задерживало развитие на шесть — девять дней. При ухудшении условий освещенности А. А. Бородулина, Э. А. Пашенко (1960), В. А. Чесноков, Г. Рахимов (1964) отмечали снижение интенсивности фотосинтеза и замедление поступления в растение солевых элементов.

Общеизвестно значение света как формообразующего фактора. У растений, росших при нормальном освещении, клетки менее вытянутые, стебли более прочные, чем у растений, находящихся в условиях недостаточного освещения.

Свет оказывает большое влияние на структуру листа, на состояние устьиц, через них на транспирацию и поглощение элементов питания растений (Дж. Ф. Сатклифф, 1964). Свет оказывает стимулирующее влияние на процесс восстановления нитратов в листьях с участи-

ем восстановленного ферредоксина, образуемого при фотосинтезе (В. Л. Кретович, З. С. Коган, 1967). Наличие света является одним из условий образования хлорофилла и усиления образования каротиноидов. От интенсивности освещения зависит окислительно-восстановительный потенциал тканей растений (Б. А. Рубин, 1971).

Таким образом, свет является одним из важнейших факторов внешней среды. Соответственно с этим необходимо осуществлять такие практические меры, которые бы создавали в посевах надлежащие условия освещенности, отвечали повышению степени использования солнечной энергии растениями.

Как известно, степень использования растениями солнечной энергии и количество синтезируемого органического вещества зависят от размера листовой поверхности и длительности активной жизнедеятельности листьев. Этому, в частности, способствует правильный выбор схем размещения, густота стояния и другие с учетом таких не менее ценных факторов, как минеральное питание, водный режим, уровень агротехники и т. д. Эти последние в сочетании с оптимальным световым режимом во многом активизируют работу листового аппарата.

Влияние элементов минерального питания на фотосинтез и накопление биологической массы растений очень велико. Оно проявляется в стимулировании образования хлорофилла, усилении роста и длительности активной работы листьев. О существовании взаимосвязи между освещенностью и азотно-фосфорным питанием различных видов растений отмечали многие исследователи (Е. И. Ратнер, 1954; А. А. Ничипорович, Н. Вийя, 1964; В. С. Довнар, 1970 и др.).

Нахождение оптимальных величин освещенности в посевах и уровня минерального питания представляет собой большой резерв повышения продуктивности выращиваемых культур. Особенно ярко значение света в повышении урожая показано в работе Б. А. Мошкова (1966). При самых благоприятных полевых условиях пшеница Кахетинская ветвистая может дать 50 ц/га зерна. В лабораторных условиях с регулированием света и других факторов в течение года за пять генераций урожай зерна увеличился до 5 тыс. ц/га.

Рост и развитие корневой системы во многом определяются условиями освещенности. Растения, растущие в условиях полного света, развивают мощную корневую систему, обладающую большей способностью поглощать воду по сравнению с растениями, растущими при затенении. В опытах Н. А. Максимова, Е. В. Лебединцевой и Т. А. Красносельской-Максимовой (1925) вес сухой массы корней фасоли, растущей на свету, был 1,01—2,59 г., против 0,15—0,18 г при затенении или в 6,7—17,7 раза больше. При этом влияние освещенности на рост надземной части растений было менее сильным, чем подземных органов.

Анализируя причины стимуляции светом роста корней, Н. З. Станков (1964) и другие связывают это с тем, что свет способствует образованию органических веществ, идущих на построение корней.

Условия освещенности меняют не только интенсивность фотосинтеза, но и качество его продуктов. По данным А. К. Носова (1961), с увеличением интенсивности света возрастала интенсивность и количество синтезируемого белка, а также сахарозы и крахмала в листьях хлопчатника (табл. 2).

Таблица 2

Влияние интенсивности освещения на фотосинтез и качество продуктов хлопчатника

(синтезировано в 1 час/м²/мг)

Средняя интенсивность освещения, лк	Средняя интенсивность фотосинтеза, г/м ² /час	Углеводы					Азот	
		моноза	сахароза	сахара группы сильного гидролиза	крахмал	гемипеллодоза	белковый	небелковый
56.000	2,82	105,9	341,2	17,2	394,9	414,6	346,0	38,9
25.000	1,86	104,1	52,6	189,6	207,0	527,4	195,7	17,7
1.600	1,03	103,0	24,7	79,8	35,1	404,4	23,9	11,9

Вегетационные опыты Н. А. Тодорова, А. Н. Нешиной (1957) показали повышенную чувствительность хлопчатника к недостатку освещения. При исключении света на два-три дня произошло массовое сбрасывание бутонов и завязей и повышение уличности семян. Опадение

усиливалось при затенении и более повышенных температурах воздуха. Опадение плодозлементов наблюдалось как при сравнительно длительном (два-три дня), так и коротком (от 5 часов до 1 дня) исключении света. По мнению авторов, усиление опадения при временном прекращении освещения хлопчатника связано с недостатком продуктов фотосинтеза. Так, при искусственном подкармливании сахарами листьев хлопчатника, помещенного в темноту, наблюдалось ослабление сбрасывания плодозлементов. На основании результатов этих опытов Н. А. Тодоров, А. Н. Нешина приходят к заключению, что ни недостаток в воде, ни недостаток в минеральном питании в течение короткого промежутка времени, измеряемого часами, не могут вызвать так быстро сбрасывание, как недостаток сахаров. Это и понятно, так как у хлопчатника нет большого количества резервных сахаров, следовательно, перерыв в освещении ставит его в условия глубокого голодания. Такие же данные получил А. А. Дунлап (А. А. Dunlap, 1944) при воздействии на хлопчатник света низких интенсивностей.

По данным А. А. Бородулиной (1960), полученным с применением радиоактивного фосфора P^{32} , снижение освещенности влияет не только на образование продуктов фотосинтеза, но и приводит к нарушению превращения и оттока фосфора и азота из листьев. В опыте степень освещенности была на 10—15% ниже естественного освещения. В листьях главного стебля хлопчатника, находящихся в условиях затенения, через пять дней содержалось $0,17 \cdot 10^{-5}$ гексофосфатов и неорганического фосфора $3,2 \cdot 10^{-5}$, у освещенных листьев содержание гексофосфатов и неорганического фосфора было соответственно $0,50 \cdot 10^{-5}$ и $2,3 \cdot 10^{-5}$ мг на 1 г сухого вещества.

О влиянии освещенности на перераспределение питательных элементов в растении свидетельствуют данные А. А. Бородулиной. Удаление верхушек главного стебля и концов ростовых ветвей (чеканка) вследствие улучшения светового режима, устойчивости растений к полеганию способствует перераспределению питательных элементов: фосфор из листьев перемещается в плодовые органы, в результате снижается их опадение.

Приведенные материалы согласуются с выводами F. M. Eaton and N. E. Rigler (1945) относительно отрицательного влияния света низких интенсивностей на перед-

вижение и использование продуктов фотосинтеза и элементов минерального питания у хлопчатника.

Затенение во всех фазах развития хлопчатника снижает поступление и содержание в растении азота, фосфора, кальция, магния; меньше реагирует на затенение калий; поступление серы при затенении в ряде случаев несколько увеличивается. Затенение снижает синтез и распределение азотсодержащих и фосфорсодержащих веществ между органами хлопчатника, в целом нарушает обмен веществ в растении (Ш. Г. Багирова, 1970).

В опытах З. И. Журбицкого (1965) при снижении освещенности в пять раз горох и кукуруза усваивали элементы питания в 2 раза меньше, при этом потребление калия снижалось мало.

В условиях вегетационных опытов В. А. Кудрявцев, Ж. Л. Роктанэн при недостаточном освещении и равной норме питания (1965) также отмечали значительную задержку поглощения томатами элементов питания, особенно фосфора.

В другом опыте В. А. Кудрявцев обнаружил, что затенение снижает количество сахаров и аминокислот в листьях, стеблях и корнях, но наиболее резкое снижение сахаров наблюдалось в корнях, количество их в бутонах изменялось мало. При затенении томатов по сравнению с естественным освещением накопление сухого веса снизилось в 2,5 раза. Отрицательное действие недостатка света В. А. Кудрявцев объясняет ослаблением фотосинтетической деятельности листьев, создающим дефицит пластических веществ для нормального функционирования всего организма. В этих условиях от недостатка органических веществ, по мнению автора, сильнее всего страдает корневая система.

Как видно из приведенного материала, многими опытами в полевых и вегетационных условиях установлено отрицательное действие света низких интенсивностей на рост и развитие хлопчатника. Оно выражалось в усилении опадения плодоорганов, снижении веса коробочек, качества хлопка-сырца и др. Однако вопрос о том, в какие периоды своего роста и развития хлопчатник больше всего требователен к свету, оставался нерешенным.

В этом направлении представляют интерес вегетационные опыты, проведенные Н. Н. Назировым в 1954—1955 г. (1960) в Институте физиологии растений Академии на-

ук СССР в условиях оранжерей. Автор изучал влияние света интенсивностью на 50% ниже, чем обычная освещенность в оранжерее. Это достигалось укрытием растений под двумя слоями марли.

Растения в течение 10 дней подвергались воздействию недостатка света через каждые 10, 20, 30, 40 и 50 дней после появления всходов. Все другие условия выращивания поддерживались в норме. Как выяснилось, в первые фазы развития до бутонизации ухудшение освещенности затягивало процесс дифференциации тканей стеблевых почек, появления бутонов, повышало высоту закладки первого симподия. Особенно резко эти нарушения проявились у позднеспелого сорта по сравнению со скороспелым.

Обращает внимание то, что затенение в отмеченный выше период оказало сильное последствие. У растений, перенесенных из условий затенения в обычные, продолжалось опадение бутонов, у них лишь к концу вегетации появились цветы на верхних симподиях.

Затенение же, созданное по истечению 30 дней от времени появления всходов, т. е. после образования первых бутонов, уже не оказало существенного влияния на последующий рост и развитие хлопчатника.

На основании полученных данных автор заключает, что наибольшая потребность хлопчатника к свету совпадает с ранним периодом развития — до начала бутонизации.

Таким образом, свет имеет большое значение для нормального роста и развития растений. Поэтому внесение минеральных удобрений, поливы и другие работы по уходу за растениями необходимо вести соответственно с условиями освещения в посевах. Только при наличии хорошего светового режима в посевах станет возможным наиболее полное использование элементов минерального питания на создание высоких урожаев сельскохозяйственных растений. Это говорит о том, что влияние света на растения находится в тесной связи с другими условиями среды, в частности минеральным питанием.

Изучению каждого из двух мощных факторов внешней среды, как освещенность и минеральное питание, посвящено достаточно много исследований. Установлена взаимная связь между воздушным и корневым питанием растений. Однако до настоящего времени не разработа-

ны практические рекомендации для отдельно взятых культур с учетом района и условий их выращивания, применение которых обеспечило бы наилучшее использование растениями солнечной энергии на фотосинтез и более эффективное использование вносимых минеральных удобрений.

Наличие экспериментальных данных в этом направлении по широкорядным посевам дало бы возможность всестороннего обоснования нового агроприема.

Ультрафиолетовые лучи. Ультрафиолетовые лучи, являющиеся одним из космических факторов, оказывают глубокое воздействие на растительный организм.

Ультрафиолетовые лучи, составляющие около 7% от суммы солнечного излучения, отличаются исключительно высокой реактивной способностью по сравнению с лучами видимого света.

В зависимости от состояния воздушных масс, времени года и суток, высоты солнца, местности от уровня моря и географического расположения ультрафиолетовые лучи подвержены сильным колебаниям. Исходя из этого, прямой солнечный свет богаче красными лучами, для рассеянного характерно большее содержание ультрафиолетовых лучей. По мере прохождения через слой атмосферы ультрафиолетовых лучей становится меньше. Районы высокогорья обычно находятся в зоне более интенсивного воздействия коротковолновых, в частности ультрафиолетовых лучей, где их длина волны достигает 285 мкм.

Растения в период вегетации почти постоянно испытывают действие длинноволновой (более 300 мкм) и средневолновой (286 — 300 мкм) ультрафиолетовой радиации (А. П. Дубров, 1963).

В результате морфологические и физиологические особенности у высокогорной растительности своим происхождением обязаны в значительной мере ультрафиолетовой радиации (А. В. Гурский и др., 1961).

Ультрафиолетовые лучи находят все большее применение в разных отраслях народного хозяйства. Свойственное этим лучам биологическое действие стало широко применяться в растениеводстве, как метод повышения урожайности сельскохозяйственных растений, использования его как мутагенного фактора в селекции для выведения новых сортов различных культур; вскрыто боль-

шое практическое значение ультрафиолетовых лучей в хранении плодов, овощей, повышении посевных качеств семян и т. д.

По данным полевых опытов, ультрафиолетовое облучение положительно сказывается на энергии прорастания и всхожести семян. Облученные семена способны формировать растения с большей продуктивностью и повышенной устойчивостью к различным неблагоприятным факторам среды. В среднем прибавка урожая зерна многих сельскохозяйственных растений от облучения составляла 1 — 41%, урожайность зеленой массы — 3 — 20% в зависимости от вида растения, дозы облучения и особенностей погоды. Установлено также благоприятное действие ультрафиолетовой радиации на прорастание семян хлопчатника. Она способствовала увеличению плодовых ветвей и плодоорганов при ускорении их созревания. При этом следует учитывать сортность семян. Облучению должны подвергаться семена 2 и 3-го классов, во избежание мутаций семена элиты обработке не подлежат (А. М. Дубров, 1968).

Несмотря на то, что еще многие стороны биологического действия ультрафиолетовой радиации полностью не расшифрованы, в настоящее время могут быть использованы в сельскохозяйственной практике уже известные эффективные приемы. Несомненно дальнейшие исследования сделают достоянием практики многие явления, связанные с применением этого мощного космического фактора.

Ионизирующее излучение. В последние годы интенсивно проводятся исследования влияния ионизирующих излучений, в небольших дозах вызывающих разнообразные хозяйственно полезные изменения у растений.

Источниками такого рода излучений являются многие природные или искусственные радиоактивные изотопы. В основе радиоактивности лежат протекающие в ядрах атомов превращения с сопутствующим им выделением альфа, бета и гамма лучей. Последние при взаимодействии с веществами способны их ионизировать.

К настоящему времени научная литература располагает множеством данных о действии ионизирующих излучений на рост, развитие и физиологические процессы у самых различных представителей растительного мира.

Исследования позволили вскрыть важную роль радиоактивности в растениеводстве — проявление мутагенного действия у разных видов растений.

Обращается большое внимание на изучение радиочувствительности растений, раскрытие механизма действия ионизирующей радиации.

Характерно, что те или иные морфологические изменения, возникающие под действием излучений большей частью однотипны с теми, какие встречаются у высокогорной растительности. Этот факт позволяет придать естественной радиации (космические лучи, ультрафиолетовые лучи, гамма излучение земли и др.) решающую роль в формообразовательных процессах (Н. Н. Назиров, 1969).

Литература по влиянию радиации на хлопчатник многочисленна.

Большие исследования по влиянию радиации на хлопчатник проведены, начиная с 1959 г. в Институте экспериментальной биологии растений АН УзССР.

Результаты этих работ отражены в двух крупных монографиях Н. Н. Назирова (1969, 1970). Показано, что сухие семена хлопчатника будучи облучены гамма-лучами в малых дозах повышают урожайность хлопчатника. Установлено большое значение радиации в получении ряда новых полезных признаков. Наибольшая мутабельность у хлопчатника под действием ионизирующих излучений отмечается в период образования зиготы и по завершении формирования зародыша.

Наиболее часто полезные хозяйственно-ценные признаки у хлопчатника в эти периоды появляются при внесении радиофосфора через листья в самоопыленные генеративные органы. Таким путем удалось получить крупнокоробочные и другие формы хлопчатника.

Здесь уместно отметить то, что радиоактивные изотопы нашли широкое применение в научных исследованиях. На их основе разработаны современные методы, известные как метод меченых атомов. Изотопы одного и того же химического элемента отличаются между собой только по массе, т. е. числом нейтронов в ядре; химические свойства элементов определяются числом и расположением электронов вокруг ядра. Поэтому все изотопы в химических реакциях проявляют одинаковое действие, что позволяет использовать их в качестве мет-

ки. Радиоактивность в изучаемых объектах в последующем фиксируется на специальных приборах — счетчиках.

С помощью меченых атомов удастся изучить с большей точностью широкий круг вопросов. Они позволяют вести исследования при сохранении целостности организма и протекающих в нем физиологических процессов.

Таким образом, ионизирующая радиация представляет собой важный фактор. Направленно воздействуя на растения, этот вид излучения способствует решению ряда конкретных задач в генетике и селекции.

Температура

Ритм и скорость жизненных процессов у растений теснейшим образом связаны с температурой окружающей среды.

В зависимости от температуры биологические реакции могут ускоряться или замедляться. Как низкие, так и высокие температуры неблагоприятны для протекания физиологических процессов в организме, т. е. существует своеобразная граница, за пределами которой жизненные процессы затухают. Можно считать, что в этих пределах увеличение температуры сопровождается ускорением биологических реакций в растениях.

Диапазон температур, в котором возможна жизнь растений, лежит в пределах от 0, до 50°.

В природных условиях температура сильно изменчива и очень часто становится фактором, ограничивающим жизнедеятельность растений.

Чувствительность к температурному фактору бывает неодинаковой у различных видов растений. Например, из культивируемых злаков рожь, пшеница, а также ель, сосна и другие вечнозеленые растения, большинство древесных пород отличаются устойчивостью к низким температурам. Поэтому наблюдается сохранение жизнеспособности у зимующих почек деревьев, корневищ, иглы хвойных, семян многих растений при значительно низких температурах.

Повреждающее действие низких температур связывается с образованием кристаллов льда, разрывающих клеточные стенки. Разрушающее действие не ограничивается только нарушением стенок клеток, оно в сильной

мере распространяется на всю клетку. Под влиянием замораживания и оттаивания содержащаяся в клетке вода переходит в резкое движение из клетки в клетку, разрушая все ее содержимое (А. Леопольд, 1968). Повреждающее действие низких температур зависит также от скорости их наступления. При очень быстром воздействии низких температур может наступать такое же быстрое прекращение вегетации; при постепенном снижении температуры растения способны, даже при низких величинах, сохранять свою жизнедеятельность.

Повреждение растений наблюдается также и при температуре несколько выше нуля. Особенно это характерно для теплолюбивых растений южных районов, а также для хлопчатника, гибель которого может наблюдаться при воздействии положительной температуры 1—3°.

Как известно, причиной гибели растений от температур, лежащих за «порогом» биологической активности, являются глубокие нарушения протоплазмы и связанные с ними изменения в обмене веществ. При воздействии на растения высоких температур нарушается структура белков, что обуславливает образование токсических веществ, таких как аммиак, оказывающего ядовитое действие на растения.

Однако температурный порог начала повреждения для различных растений сильно колеблется. В то время как для большинства растений температура 40° и более является повреждающей, некоторые из них могут существовать и при более высоких температурных условиях. В частности, жизнедеятельность отдельных бактерий и сине-зеленых водорослей приурочена к среде с температурой 70—90°.

Ю. С. Насыров (1960) указывает, что начало видимой ассимиляции у хлопчатника в полевых условиях отмечается при температуре 8—10°.

Устойчивость растений к высоким температурам во многом определяется особенностями их строения. Растения пустынь и засушливых зон характеризуются далеко идущей корневой системой, обеспечивающей растение водой, мелколистностью, мелкими межклетниками, различными защитными приспособлениями от излишнего испарения. Некоторые растения приспособились защитить себя от высоких температур характерной окраской

листьев и плодов, ориентацией листовой пластинки к падающим лучам солнца и т. д.

То или иное воздействие температуры на растения различается от географической широты местности, так как в зависимости от этого меняется расстояние поступающих на поверхность земли солнечных лучей. В южных широтах недостаток тепла ощущается не так сильно, как в более северных. Однако и в южных районах значение температурного фактора не пренебрегается, не только потому, что фактор температуры менее устойчив по времени, но и главным образом вследствие различной потребности к температуре самих растений в различные этапы их вегетации. Это требует регулирования тепла в посевах. В южных районах в этих целях приходится предпринимать меры не только к снижению вредного действия повышенных температур, но и в большинстве случаев меры повышения температур. Если в первом случае применимы опрыскивание растений отдельными микроэлементами (цинк), направление рядков по отношению к сторонам света, подбор сортов и т. д., то во втором — приемы мульчирования, применение органических удобрений, широкорядных посевов и др.

Наоборот, в северных зонах страны на первый план могут быть выдвинуты вопросы повышения температуры. На холодной почве интенсивность фотосинтеза низкая, так же низка скорость дыхания. Снижение интенсивности фотосинтеза А. И. Коровин (1962) объясняет переполнением тканей листьев растворимыми углеводами и замедлением ростовых процессов. Для таких культур, как ячмень, кукуруза при пониженных температурах поступление элементов питания задерживается особенно до фазы трубкования, в дальнейшем влияние температуры сказывалось меньше. Однако поступление фосфора и содержание его в корнях и надземных органах во все фазы развития растений остается низким. По предположению автора, при недостатке тепла продукты фотосинтеза не успевают перерабатываться из-за ослабления синтетической деятельности корней. Для улучшения условий роста и развития А. И. Коровин (1958) предложил так называемую северную дозу удобрений: азот, фосфор и калий в соотношении 1:3:1,5. Применение такой дозы удобрений в условиях Якутии и Северного Урала сократило вегетационный период ячменя и овса

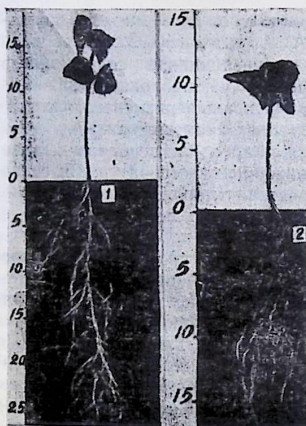
на 10 и 12 дней и повысило урожай зерна от 3 до 5—6 ц/га. Как указывает А. А. Шахов (1962), утроенная доза NPK почти в 1,5 раза увеличивала содержание в листьях капусты хлорофилла «а», виолосантина, лютеина и каротина. Такое увеличение пигментного состава листьев автор рассматривает как положительное явление, так как усиливается световое и углеродное питание растений в условиях пониженных температур. Внесение этой дозы способствует растениям более полное использовать лучистую энергию в условиях недостатка тепла в северных районах.

Температура воздуха и почвы оказывает сильное влияние на рост, развитие и урожайность растений. Накоплен значительный материал в этом отношении для многих сельскохозяйственных растений.

Еще в 1927 г. Г. С. Зайцев (1963) обратил внимание на тесную коррелятивную связь между температурой и прохождением фаз развития хлопчатника. Повышенные положительные температуры сокращали продолжительность прохождения фаз развития, и, наоборот, при температуре ниже 20° хлопчатник испытывал тепловое голодание, при 28° и несколько выше наступал предел теплового насыщения, оптимальные значения температуры были близки к 25°.

М. В. Мухамеджанов, А. З. Закиров (1968), отмечая прямую зависимость роста и развития хлопчатника от температурного режима, на большом экспериментальном материале установили температурные градиенты для наступления всех основных фаз развития хлопчатника. Так, от периода появления всходов до образования первого настоящего листочка среднесуточные температуры воздуха должны быть около 16°, фазы бутонизации, цветения и созревания хлопчатника будут наступать, если соответственно от появления первого настоящего листа до бутонизации, от бутонизации до цветения и от цветения до созревания среднесуточные температуры воздуха будут находиться на уровне 18°, 19°—20° и выше 20°. При такой температуре сорт 108-Ф развивается нормально, хорошо плодоносит, для других сортов температура, вероятно, будет несколько иная.

М. В. Мухамеджанов, А. З. Закиров наибольшее накопление сухого вещества у сорта 108-Ф с абсолютными значениями в 10—14 г/м² сутки отмечали при среднесу-



Влияние пониженной температуры в корнеобитаемой зоне на развитие хлопчатника:

1 — контроль (естественные условия); 2 — пониженная температура.

точной температуре выше 25° .

Большая зависимость роста и накопления корней от окружающей их температуры доказана и нашими опытами, проведенными в условиях вегетационных сосудов. Хлопчатник, выращенный при температуре почвы на $2-3^{\circ}$ ниже по отношению к естественной, испытывал ее отрицательное воздействие с самого раннего этапа жизни. Появление всходов задерживалось на два-три дня, первого настоящего листа — на три-четыре дня, наступление последующих фаз развития отставало на 15—20 дней. На фоне сравнительно понижен-

ной температуры корнеобитаемой зоны длина стержневого корня составила 28 см, количество боковых корней — 25 шт., против 42 и 32 при естественной температуре.

В опыте Н. З. Станкова (1964) отмечено значение температуры корневой зоны на синтез в корнях аминокислот. Растения кукурузы выращивали в питательной смеси с температурой 10 и 25° при благоприятной для нормальной работы листьев температуре воздуха. Оказалось, что в первом опыте при температуре 10° количество свободных аминокислот в корнях за три часа экспозиции было 13,7 мг на 1 г воздушно-сухого вещества, при 25° — 16,5, а во втором опыте эти показатели составляли — соответственно 7,3 и 10,7 мг на 1 г.

Большое значение в повышении устойчивости тканей корней, так же как и надземных частей, к низким температурам имеет накопление в них растворимых

сахаров и других органических соединений. Эти вещества повышают осмотическое давление клеточного сока, которое предотвращает опасность повреждения содержимого клетки от низких температур (И. И. Туманов, 1955). Повышение осмотического потенциала в корнях благоприятно влияет на поступление воды в клетку за счет усиления сосущей силы (А. И. Коровин, 1954 и др.).

По данным З. И. Журбицкого, Д. В. Штраусберга (1954, 1964), А. И. Коровина, З. Ф. Сычевой (1964), С. Е. Харт (С. Е. Hart, 1965) и других исследователей, с понижением температуры почвы до 10—12° и ниже задерживается поглощение, превращение и передвижение питательных элементов из корней в надземные органы растений; больше всего это проявляется при одновременном воздействии пониженных температур почвы и воздуха. На основании опытов с бобовыми растениями в камере с искусственным климатом при достаточном снабжении азотным питанием М. М. Гукова (1964) обнаружила положительную корреляцию между повышением температуры почвы и увеличением выноса азота растениями.

В опыте Р. И. Филипповой (1967) отмечается усиление поступления и превращения азота и фосфора в баклажанах под действием повышенной температуры в зоне корней и надземной массы соответственно на 10 и 3—4° по сравнению с контролем в ранний период онтогенеза. При применении обогрева почвы содержание общего фосфора в растениях увеличивается более чем в 4 раза, содержание фосфорных соединений в репродуктивных органах — в 2—3 раза. Исходя из этого, Р. И. Филиппова массовую абортивность баклажанов в годы с холодной весной объясняет пониженными весенними температурами, вызывающими длительную недостаточность фосфорного, белкового и углеводного обмена растений.

По данным Р. Л. Винокура (1957), поглощение корнями лимона аниона NO_3 при температуре корневой среды 33° происходит почти в 2 раза интенсивнее, чем при 12—14°. Кроме того, наблюдается усиление интенсивности фотосинтеза и ускорение оттока пластических веществ из листьев. В опытах В. Г. Головатого (1967) наибольшее поглощение пшеницей нитратов наблюдалось при температуре корневой зоны 35°.

Как отмечает Дж. Ф. Сатклифф (1964), поглощение растениями питательных элементов из почвы увеличивается при температуре до 40°. Температура выше 40° снижает интенсивность данного процесса. Это происходит в результате подавления участвующих в поглощении солей ферментных систем, а также увеличения проницаемости протоплазмы, усиливающей выделение из корней в почву содержащихся в них питательных элементов. Уменьшение поглощения корнями питательных элементов при более низких температурах объясняется снижением скорости химических реакций. Низкие температуры, кроме того, повышают вязкость протоплазмы, что затрудняет проникновение в клетку поглощаемых солей.

Под действием высоких температур изменяется распределение углерода среди продуктов фотосинтеза. При температуре 40° Т. М. Хлюстова, И. А. Тарчевский (1972) обнаружили снижение включения C^{14} в органических фосфатах, сахарозе и других высокополимерных соединениях у шпината. Причиной является недостаток АТФ вследствие снижения фотофосфорилирования и усиления АТФазной активности хлоропластов.

С. С. Абаевой (1941) установлено влияние высоких температур на жизнедеятельность пыльцы хлопчатника. Наиболее интенсивное прорастание отмечается у пыльцы, выдержанной при температуре 35 — 27°; пыльца, взятая с цветков, выдержанных при температуре выше 41 — 42°, будучи перенесена на рыльце пестика нормального цветка, не прорастала. По данным Н. А. Тодорова и А. Имамалиева (1957), оптимальные условия для развития зародыша семян хлопчатника и отложения клетчатки в волокно обеспечиваются при 35 — 36° по сравнению с более низкими и повышенными температурами.

Таким образом, температура среды является одним из важных условий, определяющих скорость физиолого-биохимических процессов, роста, развития и урожайности сельскохозяйственных культур. При этом чувствительность растений к температурному воздействию различается в зависимости от их видовой принадлежности и условий выращивания. Выявление взаимосвязи температурных условий с ростом и развитием растений имеет важное значение в практике возделывания сельскохозяйственных культур.

Для многих из них, в том числе и хлопчатника, установлены температурные градиенты, в пределах которых отмечается наилучший рост и развитие их.

Температурный режим при внедряемых широкорядных посевах хлопчатника остается не изученным. Необходимость этого очевидна. По данным температурного режима, можно полнее охарактеризовать условия возделывания хлопчатника в различных междурядьях.

Влажность воздуха

Влажность воздуха во многом определяет изменение содержания влаги в почве и тканях растений. Это, в свою очередь, отражается на водном режиме растений. От состояния водного баланса изменяется рост, развитие и обмен веществ в растениях.

Влажность воздуха в зависимости от района, наличия водоемов, времени года и других факторов не остается постоянной. В зимнее время наблюдается наименьшая абсолютная влажность. К лету она повышается и к концу года снова идет на убыль. Пустынные районы и находящиеся вдали от больших рек и водных бассейнов области отличаются более резким падением абсолютной влажности воздуха.

Наиболее высокие значения получает относительная влажность воздуха зимой. Самые низкие показатели относительной влажности приходятся на дневное время в летний период. Чем выше температура воздуха, тем ниже его влажность.

Опытами Ф. А. Муминова (1963) доказано, что между температурой листа и влажностью воздуха существует связь. Низкие величины относительной влажности воздуха соответствуют большей разности температур воздуха и листа.

Температура и влажность воздуха меняются также в связи с мощностью развития растений, особенно в период от цветения до созревания. Среди мощноразвитых и рослых кустов температура воздуха бывает ниже, влажность воздуха выше по сравнению с нормально растущими растениями. В таких посевах наблюдается отставание растений в развитии, раскрытие коробочек замедляется. Л. Н. Бабушкин, М. Б. Блюм (1953) сравнивают два участка с различным развитием хлопчатни-

ка: на одном из них хлопчатник был высокорослым — 100 см, на другом участке высота главного стебля была в пределах 60 — 70 см. В последнем не было смыкания рядков, температура почвы на глубине 10 см на 2 — 3° была выше, период от цветения до раскрытия коробочек сократился на 10—12 дней по сравнению с растениями первого участка.

Как отмечает Ф. А. Муминов (1963), увеличение относительной влажности воздуха в среде растений удлиняло межфазный период от цветения до раскрытия первых коробочек. Раскрытие первых коробочек при повышенной относительной влажности воздуха — 60—65% запаздывало на 13 дней и на 8 дней при относительной влажности 50 — 55% по сравнению с участком, где относительная влажность была 45 — 50%.

Отсюда видно, что повышенная влажность воздуха сказывается отрицательно на темпе созревания коробочек. Кроме того, в среде посевов хлопчатника с повышенной влажностью создаются благоприятные условия для развития вредителей и болезней растений. Ф. И. Учеваткин, А. А. Бородулина, В. А. Руми (1954); Ф. И. Учеваткин, А. А. Бородулина (1955) наблюдали повышенное опадение плодоорганов и у хлопчатника в связи с увеличением температуры и относительной влажности воздуха в период цветения. В опыте учитывались количество нежизнеспособных пыльцевых зерен, проросших пыльцевых трубок при оплодотворении и количество оплодотворенных семязпочек. Параллельно изучалось поступление меченого фосфора (P^{32}) в плодозлементы. Установлено, что у растений, находящихся в условиях высоких температур и влажности воздуха, пыльца теряет свою жизнеспособность. В завязи, образовавшейся при неблагоприятных условиях температуры и влажности, поступление фосфора резко снижалось.

З. И. Журбицкий (1965) доказал, что усвоение питательных элементов растениями также зависит от степени относительной влажности воздуха, причем меняется соотношение потребляемого азота, фосфора и калия; содержание последнего, в целом, увеличивается относительно первых двух элементов.

С. Султанов (1970), изучая влияние фона питания на раскрытие цветка хлопчатника, наблюдал, что на повышенном фоне растения обладали большой надзем-

ной частью, температура воздуха была низкой, относительная влажность воздуха повышалась до 6% по сравнению с низким фоном удобрений; в связи с этим на низком фоне питания процесс раскрытия венчика и растрескивания пыльников шел интенсивнее по сравнению с повышенным фоном питания.

В лабораторных опытах со срезанными коробочками мака А. А. Прокофьев, К. М. Кац, Б. А. Рыбалкова (1970) установили, что подавление транспирации при заключении коробочек во влажную камеру в 1,5—2 раза замедляет рост коробочек, а также их семян. При этом рост последних подавлялся сильнее.

Наихудшие условия влажности воздуха при полевом выращивании хлопчатника наступают при смыкании рядков. Каждый очередной полив, особенно с большими нормами воды, по смыкавшимся рядкам будет повышать относительную влажность воздуха среди растений, сказываясь на дальнейшем росте и развитии их. Учитывая это, отдельные исследователи предлагали проводить чеканку-формовку кустов глубокой подрезкой верхушки главного стебля и боковых ветвей, чтобы между рядками хлопчатника оставался определенный просвет. Этот прием, хотя повышал урожай, ввиду трудоемкости не нашел практического применения.

Чрезмерно сухой воздух также опасен для жизни хлопчатника как и повышенная влажность воздуха. Зачастую наносят огромный вред хлопчатнику суховеи или внезапно наступающая сухость. Они резко нарушают водный баланс растения, вызывают опадение плодовых органов. Наряду с поддержанием полей в лучшем поливном режиме, в борьбе с суховеями большое значение имеют лесные полосы по границам полей, вдоль каналов и дорог. Защитные полосы снижают силу ветра, повышают влажность воздуха (М. В. Мухамеджанов, 1958).

Из приведенных данных видно большое влияние влажности воздуха на рост и развитие хлопчатника. Однако В. В. Карнаухова (1958) на основании статистической обработки метеорологических данных (1952—1957 гг.) приходит к выводу, что при обычных условиях агротехники процент опадения плодозлементов не зависит от температуры и влажности воздуха, хотя абсолютное число сохранившихся плодоорганов по годам было различным.

Это связано, видимо, с условиями районов возделывания хлопчатника по годам (сопоставлялись данные метеостанций района Ташкента с данными метеостанций, расположенных в Таджикистане).

Значение влажности воздуха может быть определено ее влиянием на изменение транспирации, следовательно, на поступление и передвижение воды и питательных веществ в растении. Чрезмерная влажность воздуха в среде хлопчатника также создает благоприятные условия для развития микроорганизмов, вредящих растению. Высокая влажность воздуха вредна и тем, что задерживает созревание коробочек, причинив определенный ущерб урожаю в годы с неблагоприятными погодными условиями осени.

Поддержание более приемлемой влажности воздуха в среде растений вполне осуществимо путем регулирования соответствующе подобранной системы размещения растений, агротехнических приемов и др. Изучение же данного вопроса по широкорядным посевам почти не проводилось.

ГЛАВА III

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДЬЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА МИКРОКЛИМАТ ХЛОПКОВОГО ПОЛЯ

Изучение микроклимата привлекает внимание многих исследователей. Однако несмотря на наличие обширных исследований изучению микроклимата при широко-рядных посевах хлопчатника уделяется мало внимания. Некоторые сведения на этот счет приводятся Ф. А. Муминовым (1970).

В связи с этим нами проводилось сравнительное изучение микроклимата (освещенность, температура почвы и воздуха) при размещении хлопчатника в узких и широких междурядьях.

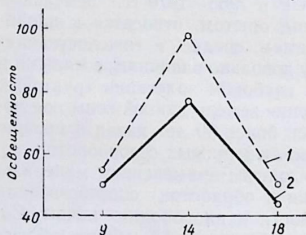
Опыты проводились на полях научно-экспериментальной базы «Аккурган» Института экспериментальной биологии растений АН УзССР в 1965—1970 гг. Земельные участки, находящиеся под опытом, относятся к плодородным типичным сероземам, средне- и тяжелосуглинистого состава, по рельефу довольно равнинны, с малыми и средними уклонами при глубоком залегании грунтовых вод. Хозяйственное освоение земель данной зоны под посев хлопчатника началось более 30 лет назад и прошло две-три ротации хлопково-люцерновых севооборотов, которые в сочетании с ежегодным применением минеральных удобрений, орошения и обработок способствовали повышению окультуренности и плодородия почвы. Содержание гумуса находится на уровне 1% и более, общего азота — 0,12 к весу почвы, нитратов — 20%, подвижного фосфора, извлекаемого 1%-ным раствором углекислого аммония, — 30 мг на 1 кг почвы. Хлопчатник сорта 108-Ф высевали в 60 (узких) и 90 см (широких) между-

рядях при густоте 80 и 100 тыс. на 1 га. Испытывались нормы минеральных удобрений — NPK 175, 125, 60, 250, 175, 85, 400, 280, 120 кг/га, в дальнейшем именуемые соответственно меньшей, повышенной и высокая норма. В отличие от общепринятых многократных подкормок, практикующихся в хлопкосеющих хозяйствах, в опыте 70% от годовой нормы азота вносили перед посевом, оставшуюся часть — в одну подкормку в начале цветения, т. е. по рекомендации, разработанной лабораторией экологии культурных растений (М. В. Мухамеджанов, 1961).

Освещенность

Освещенность измеряли люксметром на постоянных точках в среде заранее выделенных растений. В течение дня проводили три измерения — утром, днем и вечером. Каждый раз отмечали интенсивность освещенности у поверхности почвы в середине междурядья, у основания главного стебля, а также в разных ярусах куста. Такое изучение позволяет получить наиболее полную характеристику степени освещенности хлопчатника, исходя из условий выращивания.

Растения, размещенные в широких междурядьях, занимают выгодное положение относительно светового режима по сравнению с растениями узкорядных посевов. Преимущество в освещенности растений при широких междурядьях над растениями узкорядного посева сохра-

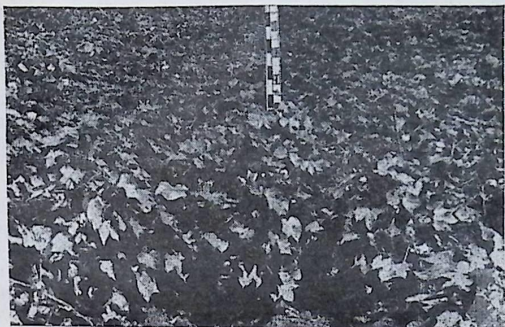


Дневная динамика освещенности в рядах в зависимости от ширины междурядья, тыс. лк.

1 — узкие междурядья; 2 — широкие междурядья.

няется не только в течение дня, но и вегетационного периода. В связи с тем, что междурядье широкорядного посева смыкается не полностью, в нем нет препятствия для свободного прохождения световых лучей, растения до конца вегетации остаются лучше освещенными при хорошем обогреве их.

Широкие междурядья поэтому создают



Общий вид узкорядного посева хлопчатника в период плодообразования.

хорошие возможности для интенсивного воздухообмена внутри растений, исключительно важного для притока углекислоты из приземных слоев атмосферы. Последнее с учетом повышения освещенности в широких междурядьях ведет к усилению процесса фотосинтеза.

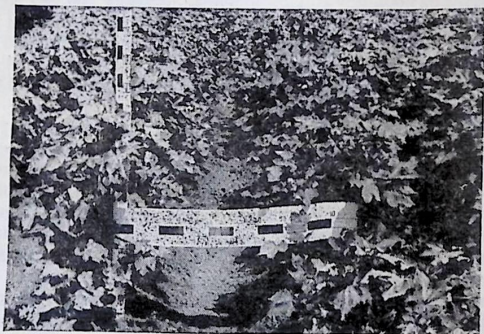
При измерении 5 июля в середине узких (60 см) междурядий освещенность утром была 52 тыс., вечером 40 тыс. лк., а при широких междурядьях соответственно 56 и 46 тыс. лк., т. е. различия между ними доходили до 4—6 тыс. лк. Еще большие различия (16—22 тыс. лк.) наблюдались при измерении днем.

При измерении 26 июля получены более высокие разности освещенности в середине узких и широких междурядий. Так, освещенность в утренние часы в узких междурядьях находилась на уровне 8—10 тыс. лк., в широких — 30—32 тыс. лк., т. е. в 3 раза выше по отношению к узким междурядьям. В дальнейшем освещенность остается такой же, какой она отмечалась выше, но абсолютные величины освещенности уже не такие высокие, какими они были при ранних измерениях. Через 15 дней после предыдущего измерения, 11 августа, освещенность утром у поверхности почвы в середине междурядья в узкорядных посевах была всего 0,6—0,8 тыс. лк., в широких — 1,6—1,7 тыс. лк.

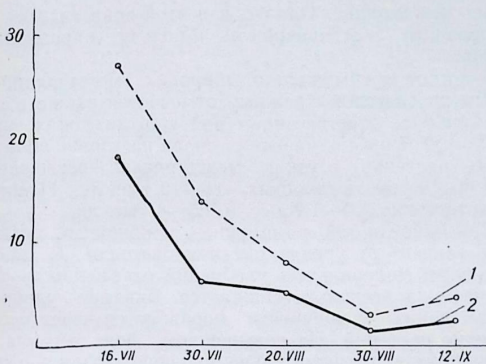
На резкое снижение освещенности в центре междурядья у поверхности почвы влияет надземная масса хлопчатника. В ранние периоды вегетации, когда растения небольшие, освещенность высокая. По мере роста и развития растений усиливается затенение почвы под хлопчатником, повышается взаимозатенение листьев в пределах каждого куста. В это время ростовые и плодовые ветви растений смежных рядков начинают переплетаться, наступает смыкание рядков, освещенность резко падает. Это наиболее характерно для узких междурядий, где спад освещенности наиболее выражен. В них, как видно из данных за 26 июля, к этому сроку наступило уже почти полное смыкание, т. е. намного раньше, чем в широких междурядьях. Этот период совпадает с фазой плодообразования хлопчатника, когда потребность молодых плодоорганов в питательных веществах сильно повышается.

Однако синтезирующая способность затененных листьев, как известно, гораздо ниже, чем нормально освещенных, и, следовательно, в этих условиях ограничиваются возможности генеративного развития хлопчатника.

Смыкание рядков влечет за собой разное по интенсивности снижение освещенности в различных частях куста.



Общий вид широкорядного посева хлопчатника [в период плодообразования].



Измерения освещенности в середине междурядья, тыс. лк:

1 — узкие междурядья; 2 — широкие междурядья.

Самая верхняя часть куста по главному стеблю освещается наиболее полно; различия в освещенности у верхушечных листьев между вариантами обнаруживаются не во всех сроках наблюдения и проявляются в основном в начале и конце вегетации хлопчатника. Световые условия листьев этой зоны определяются среднедневными и сезонными изменениями освещенности. Другое дело освещенность листьев нижних и средних частей куста, где освещенность в сотни раз ниже, чем самых верхних листьев. Без преувеличения можно сказать, что от того, насколько благоприятны условия для плодоношения в этой зоне, зависит будущий урожай. Здесь формируется основная часть полноценных коробочек крупных по размеру и лучших по качеству хлопкового волокна. Поэтому для характеристики общей продуктивности растений целесообразно проводить изучение освещенности внутренних частей куста.

Как и следовало ожидать, менее всего освещается самая нижняя часть куста в зоне основания главного стебля над поверхностью почвы. Здесь освещенность настолько незначительная, что даже при наименьшей сомкнутости рядков она в 6—7 раз ниже, чем освещенность в се-

редине междурядья. Однако и в этой зоне удастся уловить разницу в освещенности в пользу широкорядных посевов.

Заметное преимущество широких междурядий над узкими по световому режиму отмечается также в средних, наиболее ответственных для урожая, зонах куста. Так, при утреннем измерении 5 июля на уровне половины высоты растения в узких междурядьях освещенность была 8—10 тыс., в широких—11—12 тыс. лк., 11 августа соответственно 1,0—1,2 тыс. и 2,8—4 тыс. лк.

При одной и той же ширине междурядья освещенность зависит от уровня питания растений. С увеличением норм минеральных удобрений освещенность среди хлопчатника несколько снижается. Влияние удобрений на изменение освещенности проявляется через рост и развитие растений. На повышенном фоне питания растения развивают значительно большую надземную часть, что сказывается на величине освещенности. Так, за 26 июля в середине междурядья узкорядного посева при внесении меньших норм минеральных удобрений освещенность была 10 тыс., в середине куста 5 тыс. лк.; при тех же междурядьях на фоне повышенной нормы соответственно 8 и 4,4 тыс. лк., т. е. происходит некоторое снижение освещенности в связи с увеличением нормы минеральных удобрений. Такая же картина наблюдается и в условиях широких междурядий,

В опыте 1968 г. освещенность измерялась по ярусам куста на уровне первого-второго и пятого-шестого симподиев. Кроме того, изучали не только различные по ширине междурядья, но и различные густоты стояния растений. При измерении в 17-00 10 июля в середине узких междурядий освещенность была 22—24 тыс. лк., при широких — 33—34 тыс. лк., или на 10—11 тыс. лк. больше. В период массового плодообразования (30 июля) освещенность в рядах сильно падала. Так, в середине узких междурядий освещенность составляла 6—7 тыс. лк., а в широких — 12 тыс. лк. И в данном случае очевидно, что в узких междурядьях смыкаемость рядков значительно выше, чем в широких. Это находит соответствующее отражение на световом режиме различных частей куста. В зоне листьев первого-второго и пятого-шестого симподиальных веток освещенность 30 июля в 9-00 была в узкорядном посеве 7,0 и 8,0; 20 ав-

густа в те же часы—2,8—3,0 тыс. лк. Световые условия внутренней зоны куста хлопчатника широкорядного посева отличаются более высокими показателями. 30 июля и 20 августа освещенность на высоте первого-второго и пятого-шестого симподиев составляла 9,0; 12,0, и 4,8; 5,2 тыс. лк. Лучший световой режим при широких междурядьях сохраняется в полуденные и вечерние часы. Этот же режим характерен и для последующих сроков определения.

При увеличении расстояния между растениями в рядах с 10 до 15 см при широкорядном посеве освещенность растений в большинстве случаев была выше, особенно в нижней зоне. Однако с середины июля и начала августа увеличение расстояния между растениями уже почти не сказывалось на освещенности, отмечалась тенденция в сторону снижения интенсивности освещения. В этом сыграла свою роль мощность куста. Свободно размещенные растения, к тому же получившие высокую норму минеральных удобрений, отличались высокорослостью и развитыми ветвями и листвой. Однако при размещении растений в широких междурядьях с расстоянием междугнездий в 15 см освещенность была выше, чем в узкорядном посеве. Схема размещения $90 \times 15 \times 1$ при норме NPK 250, 175 и 85 кг/га, оказавшаяся благоприятной по урожаю хлопка-сырца, с увеличением NPK до 400, 280 и 120 кг/га не дала должного эффекта. Такое внесение удобрений, особенно во второй период вегетации, ведет к усиленному вегетативному росту, заложению поздних плодоземелентов и позднему наступлению их созревания. Густота стояния растений при применении чрезмерно высоких норм минеральных удобрений окончательно не решена, и изучение ее должно продолжаться.

Изменения освещенности в посевах при разной ширине междурядья мы решили выяснить путем определения степени затенения почвы, которая, являясь одним из показателей радиационного режима хлопкового поля, характеризует также особенность его световых условий. Для этой цели с помощью линейки Е. А. Лопухина подсчитывали на ней затененные метки на постоянных площадках в среде хлопчатника, что видно из нижеприведенных данных.

Ширина междурядья, см	8 VII	13 VII	18 VII	23 VII	28 VII	4 VIII	11 VIII	18 VIII	29 VIII	14 IX	28 IX
60	50,9	77,9	90,3	97,8	97,4	97,3	97,6	95,8	92,4	92,4	74,9
90	43,5	69,1	77,2	93,6	95,5	96,5	96,6	94,7	92,9	92,2	71,2

При переходе от одного срока наблюдений к другому до определенного периода затенение почвы повышается, достигнув максимальной величины, степень затенения несколько уменьшается. В наших опытах наиболее высокий процент затенения почвы под хлопчатником отмечался 11 августа. Растения в этот период достигли максимальных размеров, затенение становилось наибольшим. К концу августа и в сентябре растения вступают в фазу созревания, листья стареют и часть из них опадает, световой поток получает доступ в травостой.

Наибольшие различия в степени затенения почвы под хлопчатником в условиях наших опытов отмечаются в фазе цветения и массового плодообразования (8—23-VII). В широких междурядьях затеняемость поверхности почвы растениями в этот период на 7,4 — 13,1 % ниже, чем в узких междурядьях. Следовательно, широкие междурядья служат одним из средств улучшения световых условий в посевах хлопчатника. Увеличение ширины междурядья при выращивании ныне районированных сортов хлопчатника на плодородных почвах повышает освещенность как между рядками, так и во внутренних зонах куста, сказываясь положительно на жизнедеятельности и урожайности растений.

Температура почвы

Температуру почвы измеряли на глубине 5, 10, 15, 20 см коленчатыми термометрами Савинова, в слое почвы 30 и 50 см — с помощью термометров-щупов, температуру поверхности почвы — срочными термометрами.

В сомкнутом и открытом междурядьях приток тепла и излучение его почвой в ночное время протекает различно, что отражается на тепловом балансе почвы. Это подтверждается данными измерения температуры почвы в зависимости от ширины междурядья.

Проведенные нами измерения показали о существовании тесной связи между надземной массой растений и формированием температуры на хлопковом поле. На поверхности открытой разрыхленной площади температура характеризуется более высокими величинами, чем среди растений. В среднем за июль-август на поверхности почвы без растительности температура в 8-00 была на $2,8^{\circ}$; в 13-00 на $22,7^{\circ}$; в 18-00 на $15,7^{\circ}$ выше, чем на поверхности почвы в середине 60 см междурядий. В эти же часы температура поверхности открытой обработанной взрыхленной площадки по отношению к температуре в середине широких междурядий повышалась на $2,3^{\circ}$; $21,5^{\circ}$ и $11,7^{\circ}$. Поверхность почвы в междурядьях широкорядного посева в течение дня нагревалась соответственно времени измерения на $0,5$; $1,2$ и $4,0^{\circ}$ больше, чем в узких междурядьях. Наиболее высокая температура на поверхности почвы отмечалась в середине дня. Средняя за период наблюдения температура в 13-00 на поверхности почвы без растительности достигала $52,4^{\circ}$ против $24,2$ и $43,2^{\circ}$ при утреннем и вечернем измерениях. Максимальная дневная температура поверхности почвы без растительного покрова 28 июля составляла $66,5^{\circ}$. Температура поверхности почвы в середине узких и широких междурядий составляла $31,7$ и $36,9^{\circ}$, что на $34,8$ и $29,6$ ниже, чем на открытой взрыхленной почве.

Таким образом, растительная масса оказывает существенное влияние на степень аккумуляции тепла вблизи растений. В то же время температура поверхности почвы в рядках определяется шириной междурядья. Широкие междурядья, имея большее расстояние между смежными рядками, способны принимать значительное количество солнечной энергии, поверхность почвы в середине широких междурядий поэтому нагревается сильнее в течение всего дня. В зависимости от времени наблюдения различия в температуре между узкими и широкими междурядьями были различными. Наибольшая разность температуры у поверхности почвы отмечалась в середине дня и в вечерние часы и находилась в пределах $4-8^{\circ}$ в период высоких температур июля и начала августа. В дальнейшем из-за общих сезонных изменений температур, а также полного формирования надземной массы у растений разница в температуре уменьшилась. Температура поверхности почвы утром в

середине широких междурядий по сравнению с узкими междурядьями различалась мало — от 0,5—0,9 до 1,2. Объясняется это еще недостаточным воздействием солнечных лучей в эти часы и усилением теплоотдачи с поверхности почвы в широких междурядьях в ночное время.

Аналогичные изменения температуры поверхности почвы в зависимости от ширины междурядья были установлены в опыте 1968 г. Температура измерялась подекадно в промежутке июнь—сентябрь, т. е. с более раннего этапа жизни хлопчатника. Измерения показали, что в ранний период вегетации, до 20 июня, температура на поверхности почвы в середине узкорядного и широкорядного посевов различалась мало. В это время растения малы по размерам, междурядье независимо от ширины остается более свободным от затенения. Температурные различия наступают позже, когда растения набирают большую надземную массу и начинают затенять поверхность почвы (М. С. Мухамеджанов, С. М. Сулейманов, 1970).

Распределение температуры по почвенному профилю в опыте 1966 г. показано в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что температура почвы с глубиной меняется. При измерении утром температура на глубине 20 см была больше, чем в 15 и 10 см слое почвы. Причиной тому является разница в скорости теплоотдачи различными по глубине слоями почвы. Наибольшая по скорости потеря на излучение тепла, поглощенного за день, происходит с верхних горизонтов при относительно большем сохранении его в более нижних слоях почвы.

Температура почвы в дневные и послеполуденные часы для каждого срока определения была наиболее высокой в верхнем 10 см слое. Температура этого срока наблюдений на всех изученных глубинах почвы — 15—20 см — значительно превышает показатели, полученные при утреннем измерении. Это свидетельствует о продолжении поглощения почвой солнечной энергии до 18 часов.

На распределение температуры по почвенному профилю сильное влияние оказывает ширина междурядья. Широкорядный посев в этом имеет большое преимущество над узкорядным. В широких междурядьях в течение дня во всех изученных горизонтах почвы сохраняется более высокий тепловой режим. Разность температур в от-

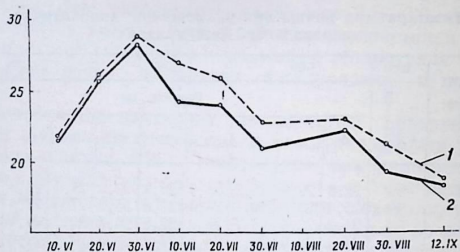
Таблица 3

Температура почвы при размещении хлопчатника
в различных междурядьях

Дата изме- рения	Часы	8-00			13-00			18-00		
	ширина между- рядья, см	Горизонт, см								
		10	15	20	10	15	20	10	15	20
12.VII	60	22,8	22,9	24,2	28,4	26,9	25,9	28,4	27,9	26,9
	90	25,4	25,5	26,1	28,0	26,8	25,9	27,6	27,6	27,2
16.VII	60	24,2	23,6	24,7	28,9	27,8	25,9	29,3	28,1	26,1
	90	24,5	25,0	25,5	28,5	27,2	26,3	27,7	27,0	26,7
20.VII	60	24,0	24,5	25,2	27,4	26,2	25,5	28,9	27,9	27,0
	90	25,4	25,6	26,1	27,7	27,0	26,9	29,2	28,5	28,4
28.VII	60	21,7	22,5	23,7	25,3	24,7	24,2	26,4	25,6	25,0
	90	23,5	24,4	25,3	26,7	26,3	26,3	28,0	27,3	27,0
11.VIII	60	20,5	21,0	21,5	23,8	23,1	22,8	23,9	23,5	23,0
	90	21,5	21,5	22,5	24,2	23,4	23,3	25,5	24,7	24,5
18.VIII	60	21,0	21,7	22,5	21,8	22,0	22,0	24,0	23,7	23,5
	90	22,0	22,4	22,8	22,7	22,4	22,2	24,7	24,1	24,0
19.VIII	60	20,5	21,2	21,5	23,6	22,9	22,7	24,6	24,0	23,5
	90	21,2	21,5	22,0	24,5	24,0	23,7	25,8	25,0	24,5
26.VIII	60	19,0	19,6	20,5	21,8	21,5	21,2	24,2	23,5	22,8
	90	19,6	20,9	21,2	22,9	22,6	22,2	26,0	24,7	24,0
20.VIII	60	17,9	19,0	19,9	21,0	20,7	20,5	23,4	22,7	22,2
	90	18,8	19,5	20,5	21,9	21,5	21,0	25,0	24,0	23,5
Среднее	60	21,3	21,8	22,6	24,7	23,9	23,4	25,9	25,2	24,4
	90	22,4	22,9	23,6	25,3	24,6	24,2	26,6	25,9	25,6

дельные дни и часы наблюдения доходила до 1—1,5—2°. В среднем за весь срок наблюдений на глубине 20 см в утренние часы температура почвы в широких междурядьях была на 1,1° выше, чем в узких; в 13 и 18-00 температура превышала на 0,8 и 1,2°.

В 1968 г. температуру измеряли на глубине 5,30 и 50 см. Полученные результаты в основном совпадают с данными 1966 г. Температура почвы минимальная утром, постепенно возрастает к середине дня и достигает максимальных значений к 18-00. Самая высокая температура отмечается в верхнем 5 см слое. Разность температуры в 5 и 50 см слое почвы в середине дня при отдельных определениях составляла 10—14°. Такие же высокие разности температур отмечались и при измерении в 18 часов. С глубиной разность температур становилась меньше. Если, например, 30 июня разность между глубинами 5 и 50 см составляла 9,8°, то в слое 30 и 50 см—



Температура почвы на глубину 30 см в зависимости от ширины междурядья, град.

1 — широкие междурядья; 2 — узкие междурядья.

только $1,2^{\circ}$. В отдельные сроки эти величины или увеличивались, или уменьшались. Максимальные значения температуры почвы в наших опытах отмечались к концу июня, т. е. соответствовали не только естественному ходу температуры, но и состоянию развития хлопчатника.

Между узкими и широкими междурядьями различия в температуре отмечаются и в более глубоких слоях почвы — 30 и 50 см. Обычно при широких междурядьях температура в этих горизонтах почвы заметно (до 2°) повышается, причем сохраняется она вплоть до созревания хлопчатника. На глубине 30 см 10 июля утренняя температура (9-00) при широких междурядьях достигала $26,2^{\circ}$, на уровне 50 см — $26,0^{\circ}$, что на $2,0^{\circ}$ выше, чем при узких междурядьях. Такие же различия отмечались при дневном (13-00) и вечернем (18-00) измерениях. В дальнейшем температура почвы постепенно снижается. 20 июля в 9-00 на глубине 30 и 50 см температура была $25,0$ и $24,8^{\circ}$, превысив показатели узкорядного посева на $1,5$ и $1,0^{\circ}$. В фазу массового плодообразования и начала созревания хлопчатника (20 августа) в широких междурядьях разность температур в слое почвы 30 и 50 см составила для утреннего измерения $0,4$ и $1,6^{\circ}$ при абсолютной температуре $22,2$ и $23,0^{\circ}$. В полуденные часы температура в этих слоях почвы при широкорядном посеве была $23,0$ и $23,8^{\circ}$ с превышением температуры почвы узкорядного посева на $0,8^{\circ}$. В вечерние часы на глубине 30 и 50 см при широкорядном посеве температура со-

ставила 23,1 и 23,9° или на 0,8 и 0,5° больше, чем при узкорядном посеве.

Из приведенных данных видно, что переход к широко-рядному посеву хлопчатника позволяет регулировать температуру почвы в сторону ее повышения. Как культура теплолюбивая и светолубивая хлопчатник проявляет положительную реакцию и хорошо отзывается на усиление температуры корнеобитаемой зоны. Общеизвестно, что повышение температуры почвы до определенного предела коррелирует с биологическими реакциями, протекающими в растительном организме, в целом сказываясь на общей продуктивности растений. Поэтому размещение хлопчатника при широкорядных посевах в соответствующих почвенных условиях является одним из путей повышения урожая хлопка-сырца.

Температура воздуха

Результаты измерения температуры воздуха в среде хлопчатника в период плодоношения в зависимости от ширины междурядья на уровне 20—200 см показали, что дневной ход температур воздуха остается общим как для узких, так и широких междурядий. Минимальные по величине температуры отмечаются утром с максимумом в полдень. С увеличением высоты от поверхности почвы наблюдается повышение температуры воздуха. Сказывается влияние надземной части хлопчатника на пути прохождения солнечных лучей в нижние слои воздуха. Не меньшее значение имеет также транспирация листьев. Температура окружающего растений воздуха видна из нижеприведенных данных.

Ширина междурядий, см	Часы наблюдения		
	9-00	13-00	18-00
60	21,9	28,1	29,3
90	21,5	29,8	30,0

Следует отметить, что распределение температуры меняется с высотой в течение вегетации. От начала вегетации до середины июля температура с высотой падает, с середины июля до середины сентября—повышается, в дальнейшем отмечается вновь снижение температуры воздуха.

Различия температур в широкорядном и узкорядном посевах более существенны на высоте от 20 до 50 см от поверхности почвы, т. е. в средних, наиболее важных для урожая, зонах куста, менее выражены на последующих высотах измерения. В среде растений широкорядного посева окружающий их воздух прогревается лучше по сравнению с узкорядными посевами. Разность температур в широкорядных посевах на высоте 20 и 50 см от поверхности почвы при измерении в полдень и после полудня была в пределах от 0,7 до 1° и более. В среднем в горизонте 20—200 см температура воздуха среди растений в широкорядных посевах была в 13 часов на 1,7°, в 18 часов — на 0,7° больше, чем среди растений в узкорядных. Несмотря на то, что при широких междурядьях растения формируются мощными и у них больше испаряющаяся поверхность, радиационный режим в них складывается благоприятнее по сравнению с узкими междурядьями. Температура воздуха в среде растений в утренние часы имеет некоторые особенности. В широких междурядьях утренняя температура была равной или незначительно уменьшалась по сравнению с узкими междурядьями. Так, в опыте 1966 г. средняя на высоте 20—50 см температура была на 0,2° ниже, чем в узких междурядьях, в целом на высоте от поверхности почвы 20—200 см температура снизилась на 0,4°.

В опыте 1967 г. температура воздуха в утренние часы на измеренных высотах была одинаковой в обоих междурядьях. Происходит это, видимо, от интенсивности теплообмена между почвой и окружающим воздухом за счет большего просвета между рядами растений широкорядных посевов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что существуют различия в температуре воздуха между узкорядными и широкорядными посевами. Широкие междурядья способствуют повышению температуры воздуха среди растений, что положительно сказывается на росте, развитии и ускорении раскрытия коробочек хлопчатника.

Влажность воздуха

Влажность воздуха в среде растений подвержена значительным изменениям, которые наряду с сезонными изменениями погоды и состоянием развития хлопчатника во многом определяются и шириной междурядья (табл. 4).

Таблица 4

Влажность воздуха в среде хлопчатника при размещении
в различных междурядьях
(среднее за июль-август 1966 г.)

Часы наблюдения	Высота от поверх- ности поч- вы, см	60 см междурядье			90 см междурядье		
		влажность воздуха					
		абсолют- ная, мб	относи- тельная, %	дефицит, мб	абсолют- ная, мб	относи- тельная, %	дефицит, мб
8-00	20	21,6	85,8	3,9	20,5	82,0	4,2
	50	21,7	83,2	4,5	20,0	77,8	5,9
	100	20,3	71,3	8,0	19,5	74,8	6,8
	150	18,5	71,3	7,3	18,7	77,5	6,3
	200	18,5	67,3	9,8	12,3	68,8	8,1
Среднее 13-00		20,1	77,8	6,7	18,2	76,2	6,3
	20	28,9	71,5	11,6	23,1	56,8	18,1
	50	27,4	68,3	13,0	22,2	53,5	19,5
	100	25,2	60,0	17,0	20,5	49,3	21,9
	150	20,7	49,2	21,5	20,0	47,5	22,6
Среднее 18-00		20,0	47,5	22,7	18,9	44,2	24,4
	20	24,4	59,3	17,2	20,9	50,3	21,3
	50	30,2	80,2	8,2	27,5	67,2	13,6
	100	27,6	70,2	11,2	23,2	56,7	17,9
	150	25,1	60,2	16,7	22,9	53,2	20,3
Среднее	200	23,2	54,8	19,2	21,9	50,5	21,4
		21,4	49,8	21,5	21,7	50,5	21,2
		25,5	63,0	15,4	23,4	55,6	18,8

Существенное влияние на влажность воздуха оказывают вегетационные поливы и другие условия выращивания растений. Все это в совокупности приводит к увеличению влажности воздуха в хлопковом поле по сравнению с открытым участком поля.

Абсолютная влажность в хлопковом поле имеет наибольшие величины днем, минимальные — ночью, т. е. соответствуют ходу суточной температуры воздуха и связанному с ней процесса транспирации и испарению влаги с поверхности почвы.

Как показывают наши данные, изменения абсолютной влажности воздуха на хлопковом поле характеризуются продолжающимся ее увеличением в течение дня. Максимальная абсолютная влажность в среде хлопчатника отмечалась в вечерние часы (18-00).

Наибольшая абсолютная влажность отмечается в среде хлопчатника на уровне 20—50 см от поверхности почвы; по мере увеличения высоты с 20 до 200 см абсолютная влажность уменьшалась. Характер дневного хода абсолютной влажности остается общим как в узких, так и в широких междурядьях, но отличается между собой по величине. В целом в условиях широкорядного посева абсолютная влажность воздуха в среде растений была ниже, чем в узкорядных.

В среднем за период наблюдений при широких междурядьях влажность снизилась в 8 часов на 1,9; в 13 и 18 часов соответственно—на 3,5 и 2,1 мб против узких междурядий. В этом проявляется отличительная особенность сравниваемых междурядий по степени смыкаемости рядков. Широкие междурядья обеспечивают лучшую аэрацию, следовательно, более интенсивное перемещение водяных паров. Узкие междурядья с большим смыканием рядков способствуют увеличению влажности воздуха за счет накопления водяных паров под растительным покровом.

Такая же разность в абсолютной влажности воздуха с высотой была отмечена между узкорядными и широкорядными посевами. В узких междурядьях влажность на высоте 200 см снижалась в 8-00 на 1,5 мб против 2,3 в широких по сравнению с высотой 20 см от поверхности почвы. В середине дня абсолютная влажность была еще ниже. В узких междурядьях она выражалась в 8,9, в широких — в 4,2 мб. В вечерние часы снижение абсолютной влажности воздуха между высотами 20 и 200 см при 60 и 90 см междурядьях составило 4,7 и 4,1 мб. Эти данные говорят о том, что в узких междурядьях утром абсолютная влажность среди растений с высотой снижается, немного, так как в них из-за смыкания кроны ограничены условия турбулентного потока. Однако с нарастанием напряженности температуры и усилением движения воздушных масс снижение абсолютной влажности с высотой наиболее сильно выражено в дневные и последующие часы. Поэтому в нижней зоне куста хлопчатника в узких междурядьях абсолютная влажность воздуха больше.

В широких междурядьях в течение дня абсолютная влажность воздуха с высотой снижалась более умеренно, так как в нижней зоне куста абсолютная влажность была

не столь высокой, как в узких междурядьях. Все это создает условия для усиления транспирации и передвижения элементов питания у растений при широких междурядьях, ускорения созревания коробочек хлопчатника.

В обоих междурядьях дневные изменения относительной влажности воздуха носят одинаковый характер. Наибольшие величины относительной влажности падают на утро, заметно большее снижение их наступает днем. Относительная влажность воздуха в 18 часов выше, чем в полдень, однако по величине она не достигает уровня при утреннем определении. Относительная влажность, так же как абсолютная влажность, с высотой уменьшается.

При сравнении узкорядных и широкорядных посевов обнаруживается, что в широких междурядьях относительная влажность воздуха значительно ниже, чем в узких.

Снижение относительной влажности воздуха в среде хлопчатника широкорядного посева в полдень на высоте 20, 50 и 100 см составило против узкорядного посева 14,7; 14,8 и 11,7%. На этих же высотах в 18 часов относительная влажность воздуха снижалась соответственно на 13,0; 13,5 и 7,0%.

Недостаток насыщения влажности воздуха в широких междурядьях в среднем по всем изученным высотам несколько выше по сравнению с узкими междурядьями. В полдень и после полудня недостаток насыщения влажности в широких междурядьях был на 4,1 и 3,4 мб больше, чем в узких, в утренние часы различия были незначительны. Изменения дефицита влажности при широких междурядьях в указанных выше пределах не привели к отрицательным последствиям в росте и развитии растений. По-видимому, в этих пределах состояние влажности воздуха благоприятствует процессу транспирации, фотосинтеза и другим физиологическим отправлениям растения, в целом положительно сказываясь на накоплении урожая.

Из сказанного можно заключить, что в условиях широких междурядий создается благоприятный режим влажности воздуха среди растений. Это связано с улучшением условий для транспирации и вертикального обмена воздуха под влиянием расширения междурядья, исключаяющего полное смыкание рядков.

ГЛАВА IV

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДЬЯ И УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ ФУНКЦИЮ

Для получения полной характеристики влияния условий возделывания на растение представляет интерес изучение его корневой системы. По существу все то, что окружает растение, включая весь комплекс агроприемов по обработке почвы и уходу за растениями, отражается прежде всего на росте, развитии и физиологических функциях корней. Корневая система — ближайший и непосредственно воспринимающий влияние воздействующего на почву фактора орган растения.

От того, насколько благоприятно такое воздействие, будет зависеть полнота протекающих в корневой системе жизненных процессов. Скорость роста, развития и обмена веществ в корнях вызывает соответствующие изменения в росте и развитии надземных органов растений.

Знание взаимоотношения между корневой системой растений и почвой, с одной стороны, между корневой системой и надземными органами — с другой, в связи с условиями освещенности посевов, питания, водного режима и другими факторами среды приобретает большое практическое значение. Накоплено значительное количество экспериментальных данных, свидетельствующих о большом разнообразии сложных процессов роста, развития и протекающих в корнях биохимических реакций.

По прежде существовавшим представлениям корневой системе отводилась роль прикрепления растений к почве, поглощения воды и растворенных в ней элементов минерального питания, передачи их в надземные органы. В последующих исследованиях становится все

больше и больше фактов о других наиболее важных сторонах жизненных процессов, происходящих в корневой системе. По этим материалам корневая система не ограничивается только передвижением элементов питания в надземную часть, функция ее многогранна. В ней подобно листьям происходит образование важнейших органических веществ, более того, она способна синтезировать свойственные только корням специфические органические соединения. Вероятно поэтому корневой системе присуще способность жить, даже будучи отделенной от надземных органов. Н. З. Станков (1964) описывает случай, когда лишенная от надземных частей корневая система помидоров сохраняла жизнеспособность и росла в течение 28 лет.

Опытами Л. С. Литвинова (1927), Е. И. Быкова (1929) было установлено, что корневая система направляет в надземную часть минеральные и органические соединения. Следовательно, корни могут не только поглощать элементы питания, но и на их основе создавать сложные органические соединения. Анализируя данные А. А. Шмука (1941), Г. С. Ильина (1948) о том, что местом синтеза никотина в растении табака является корень, Д. А. Сабинин (1949) доказал, что в корневой системе протекают специфические для данного вида процессы переработки поглощаемых корнем неорганических соединений азота в органические соединения, нередко обладающие высокой физиологической активностью.

Синтетическая функция корней и их значение в жизни всего растения освещены также в работах О. М. Трубецкой (1965); Д. Н. Прянишникова (1951); А. Л. Курсанова (1954, 1960); Д. А. Сабинина (1955); Н. Г. Потапова (1958, 1967); О. Ф. Туевой (1958); Е. И. Ратнера (1958); И. И. Колосова (1962); Б. А. Рубина (1964) и др. Согласно этим исследованиям корень является органом синтеза многих органических соединений — ферментов, нуклеотидов, алкалоидов, органических кислот, амидов, нуклеиновых кислот, аминокислот, дубильных веществ, фосфорорганических соединений и других, на основе поступающих элементов питания из почвы и переработки ассимилятов — от надземных органов. Корни способны также к темновой фиксации углекислоты. Часть соединений, синтезированных в корнях, используется на месте для нужд самого корня, остальное

количество транспортируется с пасокой в надземные органы для удовлетворения их потребностей. По А. Л. Курсанову (1958): «Так совершается круговорот веществ в растении, где корневая система выполняет центральную метаболическую функцию, осуществляя переработку значительной части ассимилятов, определяя характер первичного усвоения поглощенных элементов и осуществляя распределение продуктов своего обмена по растению».

Ю. С. Насыров, А. Р. Эгамбердыев, О. В. Шардаков, Ю. И. Пинхасов (1963) придают большое значение взаимосвязи органов для нормального роста и плодоношения. По их данным, нарушение функциональной взаимосвязи листьев, корней и плодовых органов является главной причиной опадения завязей у хлопчатника. Коробочки хлопчатника для своего роста и развития нуждаются не только в ассимилятах, оттекающих из листьев, но и в метаболитах, направляемых из корневой системы.

Корням свойственна функция регуляции поглощения и передачи в надземные органы растений питательных элементов. Нередко корни транспортируют намного меньше питательных элементов, чем их поглощалось; в то же время корни способны передавать находящиеся в них элементы питания и при отсутствии поглощения из питательной среды (Д. А. Сабинин, 1928; О. Ф. Туева, 1965).

Велика роль корневой системы в повышении плодородия почвы, улучшении физических, химических свойств и микробиологической активности. Система севооборотов, удобрений и других мероприятий, улучшая рост и развитие растений, обогащает почву корневыми остатками, что благоприятно сказывается на продуктивности последующих культур. Из вышесказанного следует, что корневой системе принадлежит важное место в общем обмене веществ в растении. Воздействуя на корни теми или иными приемами, можно изменить интенсивность протекающих в них метаболических процессов, через них — и характер физиологических процессов растения в целом.

Корневая система хлопчатника в течение многих лет также была объектом изучения многочисленных исследований (Ф. М. Мауер, 1925; В. И. Цивинский, 1933; А. И. Шлейхер, 1952; М. А. Белоусов, 1960, 1964 и др.). Проведенные исследования в этом направлении выявили особенности формирования корней от факторов внешней

среды. Удобрения, поливы, густота стояния, междурядные обработки и другие условия сильно сказываются на росте и развитии корней хлопчатника. Стимулируя или ограничивая рост корней, эти факторы находят соответствующее отражение на росте и развитии надземных органов растения. До цветения в условиях частого полива малыми нормами корни располагаются в верхних слоях почвы с небольшим весом массы. Это приводит к тому, что в период плодообразования корни не способны полностью обеспечивать надземные органы водой и питательными элементами, в результате чего усиливается опадение плодоорганов у хлопчатника (В. С. Шардаков, 1953; В. Е. Еременко, 1954). Получение растений с мощно развитой корневой системой возможно в условиях, когда удастся оттянуть первый полив без ущерба для роста и развития хлопчатника (М. В. Мухамеджанов, 1958). Значительное опадение плодоорганов происходит в случае повреждения корневой системы хлопчатника при междурядных обработках (М. В. Мухамеджанов, М. Е. Еременко, 1951).

Следует отметить, что в условиях широкорядных посевов изучение корневой системы совершенно не проводилось, поэтому мы решили более подробно изучить эти вопросы. При этом необходимо подчеркнуть, что еще нет достаточно точного и легкого метода изучения корневой системы в полевых условиях. Все существующие методы не гарантируют полного извлечения корней из почвы. В наших исследованиях использовались траншейный и монолитный методы. Оба метода хотя и далеки от совершенства, но в целом широко применяются и считаются более приемлемыми.

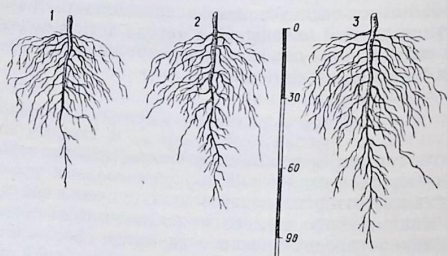
Рост и развитие корней

Несмотря на методическое несовершенство существующих методов извлечения корней в полевых условиях, при отмывке которых теряется значительная часть, особенно мелких корешков, все же по ним можно составить определенное представление о характере формирования корневой системы и накопления ею органической массы.

Как показывают данные, в фазу массовой бутонизации — начала цветения корневая система растений при широких междурядьях независимо от фона развивалась

в глубоких слоях почвы с более длинными боковыми корнями. В данный срок определения растения широко-рядного посева по длине стержневого и суммарной длине боковых корней на меньшем фоне питания превосходили растения узкорядных посевов соответственно на 11,3 и 7,0%; на повышенном фоне питания разница в длине стержневого и боковых корней составляла 22,7 и 10,9%.

В фазах плодообразования и созревания различия в длине корней становятся еще более выраженными. В фазу плодообразования у хлопчатника, размещенного в широких междурядьях с меньшей нормой удобрений, общая длина боковых корней была на 43,2%, при внесении повышенной нормы — на 91,9% больше, чем в узких междурядьях. Такие же данные были получены и в фазу созревания. В этой фазе, несмотря на некоторый прирост главного корня, общая длина боковых корней несколько уменьшилась, что объясняется отмиранием части корней в результате наступления их старения. Следовательно, первоначально вплоть до фазы массовой бутонизации на повышенном фоне питания корневая система хлопчатника, находясь в благоприятных условиях питательного режима, вполне удовлетворяет потребности в питании всего растения, не имея разветвленной сети корней. При внесении питательных элементов в меньших количествах растения развивают большую сеть корней, чтобы обес-



Формирование корневой системы хлопчатника в зависимости от норм удобрений и ширины междурядий:
1 — 60 см междурядья NPK 250; 175; 85 кг/га; 2 — 90 см междурядья NPK 175; 125; 60 кг/га; 3 — 90 см междурядья NPK 250; 175; 85 кг/га.

печить наиболее полное поглощение элементов питания. Однако это не сказывается на ускорении роста и развитии надземных органов хлопчатника. Усиление роста корней в данном случае происходит в ущерб надземным частям растений.

В более поздних этапах на повышенном фоне корни длиннее и по массе больше, чем на менее обеспеченном фоне питания. В этих условиях у растений создается возможность получать больше питательных веществ из почвы за счет корней с высокой поглощающей поверхностью.

Результаты отмывки корней 1967 г. соответствуют данным опыта 1966 г.

Растения к фазе цветения развивают сильно разветвленную сеть боковых корней, отчетливо выражено влияние норм удобрений и ширины междурядья. Суммарная длина боковых и порядковых корней у растений в широких междурядьях значительно выше, чем в узкорядном посеве. Более интенсивное формирование корневой системы отмечается при годовой норме азота 250 кг/га.

При внесении высокой нормы минеральных удобрений (400 кг/га азота) общая длина боковых корней уменьшилась на 27,7% по сравнению с внесением 250 кг/га азота. Это связано с отрицательным воздействием высоких концентраций питательных элементов в почве на рост и развитие корней в данный период роста хлопчатника.

Характер роста корней можно определить по объему и общей поглощающей их поверхности. Определения показали, что удобрения способствуют увеличению объема корней как в узких, так и в широких междурядьях, однако в последних объем корней увеличивается в зависимости от норм удобрений и составляет 6,0—38,4% по отношению к узким междурядьям (табл. 5).

Влияние удобрений на корневую систему изменяется в соответствии с фазой развития хлопчатника. На самых ранних этапах жизни растений высокий фон питания снижает объем корней. Так, в фазе семядолей и четырех-пяти настоящих листочков на этом фоне объем корней снизился соответственно на 38,8% и на 20% по сравнению с внесением повышенной нормы (250 кг/га азота). В фазу бутонизации объем корней при внесении высоких норм удобрений несколько (на 5,3%) повышается. В

Таблица 5

Изменение объема (см^3) и адсорбирующей поверхности корней (м^2) хлопчатника в зависимости от уровня питания и ширины междурядий в фазу цветения

Опыт 1967 г.

Вариант	Годовая норма азота, кг/га	Объем корней	Общая адсорбирующая поверхность	Рабочая адсорбирующая поверхность	Недействительная часть корней
60×16—1	175	15,6	0,40	0,19	0,21
60×16—1	250	21,5	0,52	0,20	0,32
90×10,5—1	175	17,3	0,49	0,17	0,32
90×10,5—1	250	22,8	0,61	0,24	0,37
90×15—1	400	26,9	0,57	0,21	0,36

фазу цветения (опыт 1967 г.) превышение объема составило 17,9% по сравнению с повышенным фоном питания.

Увеличение объема корней на фоне высокой нормы минеральных удобрений произошло за счет верхних горизонтов почвы. В условиях высоких концентраций питательных элементов у растений образуются крупные корни в верхних слоях почвы. Это отражается на объеме корней. В таких же величинах изменяются и показатели поглощающей поверхности корней. Минеральные удобрения в норме НРК до 250, 175 и 85 кг/га увеличивают, а более высокие нормы ограничивают общую и рабочую адсорбирующую поверхность корней хлопчатника, т. е. на чрезмерно высоком фоне растения формируют недостаточно сильно разветвленную сеть корней. Подобные результаты получены по кукурузе Н. З. Станковым (1964), а также в вегетационных опытах Р. А. Азимова (1970) по хлопчатнику. Уменьшение адсорбирующей поверхности на высоком фоне питания снижало поглощающую способность корней и рост надземных органов хлопчатника по сравнению с внесением только 250 кг/га азота. Это указывает на некоторое отрицательное воздействие высоких норм минеральных удобрений на рост и развитие корневой системы в первой половине вегетации хлопчатника.

Таким образом, в условиях широких междурядий на фоне внесения 250 кг/га азота наблюдается активный рост корней, увеличение объема и адсорбирующей по-

верхности и веса корней. При этом отмечается положительная зависимость между ростом и развитием корней и хозяйственной продуктивностью хлопчатника.

Деятельность корней при разных нормах удобрений меняется по фазам развития хлопчатника. В первой половине вегетации, особенно в ранние этапы жизни растений, ограничение формирования корней связано с отрицательным действием высоких концентраций питательных солей, в более поздние периоды роста и развития хлопчатника оно не всегда отражает подавление их жизнедеятельности. В этот период на высоком фоне питания, по нашим данным, повышается активность каждой единицы площади корней, что видно по усилению подачи питательных элементов с пасокой и ускорению ростовых процессов растений.

Такие же изменения отмечались А. И. Задонцевым, В. И. Бондаренко, А. Л. Гринченко, А. А. Самошкиным (1970) при изучении корней озимой пшеницы. Это указывает на то, что доля корней по отношению к надземным частям при определенных условиях питания может снижаться при усилении их физиологической активности.

В одном из наших опытов было определено, что лучший рост и развитие корней хлопчатника происходит на фоне глубокого рыхления почвы до 55 см с одновременным послойным внесением органо-минеральных удобрений по сравнению с обычной вспашкой. Влияние глубокого рыхления и удобрений проявилось с фазы семи-восьми настоящих листьев. Таким образом, и в данном случае имеет место несколько медленный рост корней на относительно высокому питательному фоне в начальные фазы развития хлопчатника. В дальнейшем отзывчивость растений к питанию возрастает, формирование корней повышается.

Н. С. Данилова (1965), исследуя в водных культурах различные растения (кукуруза, томаты и др.), обнаружила, что в отличие от надземных органов корни интенсивно растут при недостатке азотного питания, однако при этом продуктивность корня, т. е. отношение веса надземной массы к весу корня снижается. В варианте без азота продуктивность корней у кукурузы составляла 2,00, при одинарной норме азота — 4,33, т. е. в 2 раза выше. Н. С. Данилова, так же как и Т. П. Ладонина (1966),

проводившая опыт с ячменем и сахарной свеклой в вегетационных опытах, торможение роста корня на азотном фоне объясняет более полным использованием доступного азота при меньшей трате растением пластического материала. Степень торможения роста, по мнению автора, находится в прямой зависимости от содержания аммиака в корне. Источником аммиака может быть как поглощенный, так и возникающий в растении после восстановления нитратов аммиак, что видно из нижеприведенных данных.

Условия питания	—N	1/2N	1N
Содержание $\text{NH}_3 10^{-2} \%$	1,14	2,35	4,57

Об отрицательном воздействии высоких норм азота на жизнедеятельность корней кукурузы отмечали П. М. Смирнов, Н. И. Фруктова, Чжан Ин-дэ (1963).

Таким образом, как свидетельствуют наши данные, рост корней, формирование их объема и поглощающей поверхности протекают более интенсивно при широких междурядьях на повышенном фоне питания. При внесении высоких норм минеральных удобрений наблюдается отрицательное действие их на рост и поглощающую поверхность корней. Однако с вступлением растений в плодоношение усиливается активное поглощение питательных элементов корнями.

Накопление сухой массы корней

Влияние условий возделывания на корневую систему хлопчатника изучали также путем определения веса сухой массы корней при отмывке их по горизонтам почвы. В опыте 1966 г. учет корней проводили в период массовой бутонизации до горизонта почвы в 60 см, в период цветения-плодообразования — до 105 см. Результаты изучения показали, что на массу корней оказывают большое влияние норма удобрений и ширина междурядья. Особенно благоприятные условия для накопления корней создаются в широкорядном посеве при одновременном применении повышенных (250 кг/га) норм минеральных удобрений. В фазу плодообразования масса корней на таком фоне была на 2,1 г больше, чем при узких междурядьях.

Наибольший вес корней в целом приходится на пахотный слой, отличающийся от подпахотных лучшими агрохимическими и физическими свойствами. Эта закономерность остается общей для всех вариантов, однако между ними имеются существенные различия в количественном соотношении корней.

В условиях широких междурядий корневая система хлопчатника распространяется в более глубоких слоях почвы. Охватывая большую часть почвенных частиц и проникая в глубь по почвенному профилю, корни способны лучше снабжать надземные органы хлопчатника элементами минерального питания и водой. Это имеет важное значение в период плодообразования, когда повышается потребность растений в нормальном водоснабжении и питании. Нарушение водно-питательного режима в это время является одной из главных причин усиления опадения плодоорганов хлопчатника. Это подтверждается весом сухой массы корней. При широких междурядьях и малых нормах удобрений в фазу массовой бутонизации масса корней каждого отдельного растения в подпахотных слоях почвы превышает массу корней узкорядного посева более чем в 3 раза. Такое же преимущество характерно и по фону повышенной нормы удобрений, где масса корней на 47% была больше, чем при узких междурядьях. Аналогичная картина наблюдается и в фазах плодообразования и созревания.

В условиях опыта 1967 г. корни извлекались в цветение до глубины 75 см, в период плодообразования — до 105 см. Изучение показало, что наилучший рост и большее накопление сухой массы корней отмечается при внесении повышенной нормы NPK. Дальнейшее увеличение годовой нормы NPK до 400, 280, 125 кг/га не сопровождалось повышением массы корней. На этом фоне по сравнению с внесением NPK 250, 175, 85 кг/га масса корней снизилась в фазу цветения на 30,3%, плодообразования — на 13,1%. В опыте 1968 г. в период бутонизации масса корней снизилась на 18,3%, цветения — на 20,3%.

Опыты показали, что питательный режим начинает сказываться на массе корней с фазы семядолей. В эту фазу с увеличением внесения в почву элементов питания уменьшалось накопление массы корней каждым растением. Уменьшение массы корней (опыт 1968 г.) на по-

вышенном фоне по сравнению с меньшей нормой NPK (175, 125, 60 кг/га) составило в среднем от 11,6 до 15,4% на растение. В опыте 1969 г. на этом фоне масса корней снизилась на 35—38%, на высоком — до 57%. Такая же картина наблюдалась и в опытах 1970 г.

В дальнейшем на повышенном фоне питания стимулируется накопление корней. К периоду формирования четырех-пяти настоящих листьев корневая система на этом фоне по весу начинает преобладать над растениями, получившими меньшую норму удобрений. На высоком фоне питания вес сухой массы корней продолжает оставаться низким.

Более существенные различия в весе корней проявляются в начале бутонизации в зависимости от ширины междурядья и количества вносимых удобрений.

По данным опыта 1968 г., при применении 175 и 250 кг/га азота в ширококорядном посеве накопление веса сухой массы корней в фазу бутонизации идет интенсивно. В последующем на повышенном фоне питания наблюдается большее увеличение массы корней. Характерно, что растения ширококорядного посева при внесении меньшей нормы удобрений имеют заметное преимущество по весу корней над растениями узких междурядий, получившими повышенную норму.

При меньшей норме NPK по сравнению с повышенной недостаток питания начинает ощущаться с фазы цветения, что отражается на снижении сухой массы корней. Такое же снижение массы корней характерно и при внесении высокой нормы удобрений (NPK—400, 280, 120 кг/га). Однако в данном случае оно связано с продолжающимся отрицательным воздействием высоких концентраций питательных солей.

При одинаковой густоте стояния и норме минеральных удобрений в ширококорядных посевах накапливается значительно больше корневых остатков по сравнению с узкими междурядьями. В опыте 1966 г. в фазу плодообразования при широких междурядьях, в зависимости от нормы удобрений, корневых остатков накапливалось на 34,7 и 24,3% больше, чем при узкорядном посеве. Такие же результаты были получены и в опыте 1967 г., где в данную фазу в широких междурядьях при внесении меньшей нормы удобрений корневых остатков накапливалось

73,8%, при повышенной норме — 66,6% по отношению к узким междурядьям.

С изменением количества растений на 1 га масса корневых остатков сильно изменяется. Наибольшее накопление сухой массы корней на единице площади отмечается при большем количестве растений на 1 га. При менее загущенном посеве масса корней каждого отдельно взятого растения обычно выше, чем при более высоких густотах стояния растений.

Так, при густоте стояния 100 тыс. растений на 1 га (опыт 1969 г.) масса корней одного растения в бутонизацию и цветение составляла 2,86 и 6,24 г против 3,48 и 6,74 г у посевов с густотой 75 тыс. растений, т. е. со снижением количества растений на 1 га масса корней отдельно взятого растения увеличивается при снижении их веса в расчете на 1 га. В фазах бутонизации и цветения при густоте 75 тыс. растений по отношению к густоте 100 тыс. масса корневых остатков на 1 га снизилась соответственно на 18,2 и 26,1%. Следовательно, при более свободном размещении растений в рядках они развивают большую корневую систему, чем при сближенном. В этом проявляются различия в площади питания и освещенности растений в посевах, которые при сравнительно меньших густотах создают лучшие условия для роста корней.

Следует подчеркнуть, что на фоне меньшей нормы удобрений до бутонизации корни главным образом располагаются в пахотном слое, сильно разветвляясь, они стремятся наиболее полно использовать имеющиеся питательные вещества. В результате в этом слое по сравнению с внесением повышенной нормы отмечается наибольшее накопление массы корней. С периода цветения на этом фоне корневой массы становится меньше, начинает сказываться недостаток в питательных элементах. Так, в опыте 1968 г. общая масса корневых остатков при внесении меньшей нормы НРК составила в фазу бутонизации 355,9 кг/га, в том числе в слое 0—30 см—278,9 кг/га, на повышенном фоне удобрений общая масса составила 341,0 кг, из них 235,3 кг/га приходилось на пахотный 0—30 см слой почвы.

В фазу цветения количество корневых остатков на повышенном фоне (250 кг/га азота) как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы значительно превосходит

массу корней, сформированных при меньшем внесении удобрений (175 кг/га азота).

По данным наших исследований, оптимальной нормой минеральных удобрений для лучшего роста и накопления веса корней считается: азота—250, фосфора—175 и калия—85 кг/га. При годовой норме NPK 400, 280 и 120 кг/га, даже в условиях широких междурядий, рост и масса корней снижаются. Так, масса корневых остатков снизилась в фазу бутонизации на 25 %, в фазу цветения—на 32,5 % против внесения 250 кг/га азота в узкие междурядья (опыт 1968 г.). По отношению к ширококормным посевам снижение общей массы корневых остатков на каждый гектар составило соответственно 18,7 и 20,6 %. Следовательно, при избытке питательных веществ в почве корни формируются сравнительно в верхних слоях, сухая их масса снижается.

В связи с тем, что с изменением ширины междурядья меняются рост, развитие корней и соответственно участие их в водообеспеченности всего растения нами определялась сосущая сила верхних по главному стеблю листьев. Как известно, сосущая сила характеризует потребность растений в воде; в насыщенных водой клетках сосущая сила меньше, чем в менее насыщенных.

Результаты опытов показали, что степень насыщенности тканей листьев водой у растений ширококормного посева при других равных условиях находилась на уровне растений узкорядного посева. Следовательно, водный режим у хлопчатника при широких междурядьях не хуже, чем при узких междурядьях.

Водообеспеченность листьев растений, получивших повышенную норму минеральных удобрений, как правило, была выше независимо от ширины междурядья, что видно по снижению величины сосущей силы листьев. С увеличением уровня питания повышается гидрофильность коллоидов протоплазмы клеток. Это отмечалось также Е. А. Поповой, Х. С. Самневым (1970).

Таким образом, широкие междурядья при внесении оптимальных норм минеральных удобрений способствуют формированию растений с мощно развитой корневой системой, благоприятно сказывающейся на росте, развитии и продуктивности хлопчатника.

Поступление питательных веществ через корневую систему в надземную часть хлопчатника

Роль корней с точки зрения снабжения надземных органов питательными веществами изучалась достаточно полно. Для этого широко применялся метод пасоки, разработанный Д. А. Сабининым (1928). Обоснование этого метода по хлопчатнику дано М. А. Белоусовым (1960, 1964). Он установил, что по составу пасоки можно судить об активности поглощения корневой системой хлопчатника питательных элементов и их синтеза в первичные формы органических соединений.

Как известно, поглощенные корнями питательные элементы подвергаются значительным превращениям.

Н. Г. Потапов (1958) показал, что синтетическая деятельность корней культурных растений изменяется в широких пределах. Она обусловлена природой самого растения, почвенно-климатическими условиями, уровнем плодородия почв. При недостатке азота в почве поглощаемый минеральный азот может быть полностью превращен в корневой системе в другие формы; при обогащении почвы азотом более половины его подается в надземную часть в минеральной форме. От 15 до 30% органического азота в пасоке отдельных культур представлено аминокислотами, до 20% фосфора находится в органической форме.

Н. Г. Потапов, В. Е. Суманова (1963), Н. Г. Потапов (1967) указывают, что поглощение минеральных элементов осуществляется всеми зонами роста корня. При этом в зонах меристематической и растяжения поглощенные вещества в подавляющем большинстве используются для нужд этих зон, решающее значение в поглощении и превращении нитратов принадлежит клеткам зоны корневых волосков. В клетках меристематической зоны 60—80% поглощенного азота обнаруживается в составе белка; в зоне корневых волосков в белок включалось всего 30% поглощенного азота. В другой работе Н. Г. Потапов и В. Е. Суманова (1963) указывают, что пасока, собранная в течение первых двух—четырех часов, наиболее правильно отражает питание целого растения. Н. Б. Бекмухамедова (1964) установила, что, чем продолжительней срок сбора пасоки, тем больше в ней содержится минеральных форм азота. По ее мнению, в течение двух—четы-

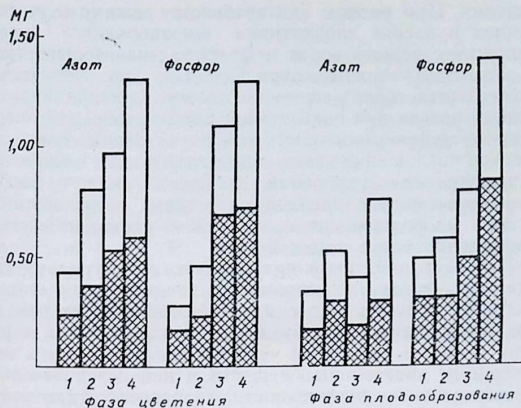
рех часов с начала сбора пасоки состав ее более однороден.

А. Л. Курсанов (1958) отмечает, что корни способны к самостоятельному синтезу многих органических кислот, амидов, алкалоидов, аллантаина, нуклеиновых кислот и фосфорорганических соединений, темновой фиксации CO_2 и т. д. При поступлении аммонийного азота в корнях тыквы синтезируется до 20 аминокислот, амидов и других простейших азотистых соединений. Пасока несет в побеги смесь органических веществ, близкую к продуктам метаболизма и первичного синтеза в корнях.

Н. Н. Сус (1957), работая с подсолнечником, установил корреляцию между количеством пасоки и поглощающей поверхностью корня. Коэффициент корреляции между количеством пасоки и весом корней был несколько меньшим. На основании своих данных автор утверждает, что по пасоке можно определить суммарную оценку мощности корневой системы, что данный метод более прост и точен по сравнению с методами, основанными на откопке и отмывке корней.

Известно, что жизнедеятельность корней меняется в зависимости от конкретных условий возделываемых культур. Осуществляя соответствующие агротехнические приемы, метаболическую активность корней можно направлять в нужную сторону. Одним из приемов, усиливающих метаболическую активность корневой системы хлопчатника, на наш взгляд, является увеличение ширины междурядья и применение повышенных норм минеральных удобрений. В связи с этим изучали характер поглощения и превращения азота и фосфора и передачи их в надземную часть растения с пасокой. Пасоку собирали с 8 до 12 час., т. е. в период, когда метеорологические факторы на растениях сказываются не так резко, как в полуденные и послеполуденные часы. Опыты показали, что с увеличением NPK с 175, 125 и 60 до 250, 175 и 85 кг/га выделение пасоки усиливалось; при этом обычно пасоки было больше в условиях широкорядного посева.

При внесении больших норм минеральных удобрений (400 кг/га азота) по сравнению с нормой азота 250 кг/га наблюдается снижение объема выделяемой пасоки в период цветения. В данном случае формирование и поглощательная деятельность корней происходят в менее



Влияние условий среды на поступление азота и фосфора в хлопчатник с пасокой:

1, 2 — узкие междурядья, годовая норма NPK 175, 125, 60 и 250; 175, 80 кг/га
3, 4 — широкие междурядья.

благоприятных условиях, уменьшается масса и адсорбирующая поверхность корней. В фазу плодообразования на высоком фоне питания энергия выделения пасоки увеличивается.

Условия питания и ширина междурядья отразились и на химическом составе пасоки хлопчатника.

Увеличение годовой нормы минеральных удобрений до 250 кг/га азота при принятых соотношениях фосфора и калия способствовало большему поступлению в хлопчатник азота и фосфора с пасокой. Как видно из рис. 11, растения, размещенные при узких междурядьях и получившие меньшую норму удобрений в фазу цветения, выделили с пасокой в среднем по 0,43 мг общего азота; те же растения, размещенные на фоне повышенной нормы, содержали в пасоке по 0,81 мг общего азота. Количество общего фосфора в этих условиях составило в среднем на одно растение 0,28 и 0,46 мг.

В условиях широких междурядий отмечается более интенсивное поглощение и подача азота и фосфора в

растения. При равном питательном режиме и густоте стояния в пасоке хлопчатника широкорядного посева содержится общего азота и фосфора значительно больше, чем при узких междурядьях. Так, по количеству общего азота, содержащегося в пасоке, растения широкорядного посева при повышенной норме удобрений опережают растения узкорядного посева на 62,9%. Такое же высокое поглощение азота наблюдается и на низком фоне минеральных удобрений. Количество общего фосфора, подаваемого с пасок растениями широкорядного посева, увеличилось по сравнению с растениями узких междурядий более чем в 2 раза.

Пасока хлопчатника при широких междурядьях значительно богаче органическими соединениями азота и фосфора по сравнению с пасок хлопчатника при узких междурядьях. Увеличение содержания азота и фосфора в пасоке связано с увеличением ее объема и концентрации питательных веществ в ней. Следовательно, лучшие условия освещенности, создаваемые при широких междурядьях, стимулируют включение элементов минерального питания в сложноорганические, что вызывает на лучшее сочетание корневого и воздушного питания при широкорядных посевах, поскольку в корневой системе усиливается связывание элементов питания с продуктами фотосинтеза, оттекающими из листьев. Примерно такие же данные получены и в опытах других лет.

В фазу цветения (опыт 1967 г.) на фоне меньшей нормы удобрений с пасок растений широкорядного посева выделялось общего азота в 2 раза, органического — на 85% больше, чем при узких междурядьях. При внесении повышенной нормы удобрений содержание общего и органического азота в пасоке увеличилось на 19,6 и 40,3% в расчете на 100 мл пасоки. Подобная картина наблюдалась и в фазу плодообразования.

Так, (опыт 1968 г.) в фазу плодообразования в условиях широких междурядий на меньшем фоне питания было выделено в надземную часть общего азота на 30,4%, на повышенном фоне — на 31,5% больше, чем при узких междурядьях. По сравнению с узкими междурядьями количество общего и органического фосфора в пасоке на фоне 175 кг/га азота в широких междурядьях увеличилось на 25,0 и 50% и при внесении 250 кг/га азота — на 27,9 и 29,8% в среднем на одно растение;

такая же картина наблюдается в расчете на 100 мл пасоки.

Содержание азота и фосфора в пасоке менялось в зависимости от фаз развития хлопчатника. Наибольшее поступление азота отмечалось в фазу цветения, фосфора — в фазу плодообразования. Это объясняется характером потребления и усвоения растениями этих элементов питания в процессе своего развития.

При внесении высоких норм минеральных удобрений (400 кг/га азота) интенсивное поступление элементов питания наблюдается не в фазу цветения, а в фазу плодообразования (табл. 6). Это связано с неблагоприятным воздействием высоких концентраций питательных солей на поглотительную и синтетическую функции корневой системы хлопчатника вплоть до фазы цветения. В дальнейшем на таком фоне ускоряется поглощение и превращение азота и фосфора.

Об отрицательном действии на хлопчатник повышенного содержания в почве азота и фосфора сообщается также в работах Я. И. Чуманова (1953) и др. По опытам в вегетационных сосудах Н. Н. Назиров с сотрудниками (1969) также обнаружили резкое подавление превращения неорганического фосфора в фосфорорганические соединения в листьях хлопчатника при затенении и внесении годовой нормы НРК в один срок перед посевом.

В условиях гидрогравийной культуры Е. А. Попова, Р. К. Трофимова и другие (1972) отмечали, что при концентрации питательного раствора 6 и 36 моль/л и осмотическом давлении раствора 0,53 и 3,32 атм, резко снижается физиологическая активность корней, рост, развитие и урожайность хлопчатника.

Показатель синтетической активности корней вычисляли по методу Н. Г. Потапова (1958).

Величина данного показателя зависит от нормы удобрений (табл. 7). Так, в узких междурядьях при внесении 250 кг/га азота показатель синтетической активности корней в фазах цветения и плодообразования составлял 77,6 и 57,9% по сравнению с внесением 175 кг/га азота. Синтетическая активность корней у растений широкого посева по отношению к узким междурядьям значительно возрастает. В цветение при повышенной норме удобрений она возросла в 2,5 раза, в фазу плодообразования — на 71,9%.

Таблица 6

Содержание азота и фосфора в пасоке хлопчатника в зависимости от норм минеральных удобрений, мг

Опыт 1967 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Содержание азота и фосфора	Азот					Фосфор		
			общий	органический	аммиачный	нитратный	общий	органический	минеральный	
Цветение										
90 × 10,5—1	250	на 100 мл пасоки	56,4	28,2	5,4	10,3	27,0	14,7	12,3	
		на 1 растение	1,24	0,62	0,12	0,23	0,59	0,32	0,27	
		на 100 мл пасоки	64,6	27,6	5,5	10,7	28,0	14,8	13,2	
		на 1 растение	0,90	0,39	0,08	0,15	0,39	0,21	0,18	
Плодообразование										
90 × 10,5—1	250	на 100 мл пасоки	36,0	19,5	3,6	6,0	42,0	21,2	20,8	
		на 1 растение	0,82	0,45	0,08	0,14	0,97	0,49	0,48	
		на 100 мл пасоки	37,0	18,8	4,2	7,2	34,6	21,4	13,2	
		на 1 растение	1,36	0,70	0,16	0,27	1,28	0,79	0,49	
90 × 15—1	400	на 100 мл пасоки	36,0	19,5	3,6	6,0	42,0	21,2	20,8	
		на 1 растение	0,82	0,45	0,08	0,14	0,97	0,49	0,48	
		на 100 мл пасоки	37,0	18,8	4,2	7,2	34,6	21,4	13,2	
		на 1 растение	1,36	0,70	0,16	0,27	1,28	0,79	0,49	

Таблица 7

Изменения показателя синтетической активности корней у хлопчатника в зависимости от условий среды по составу пасоки на 100 см³ и на 1 растение

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Цветение			Плодообразование		
		на 100 см ³ пасоки	на одно растение	% к контролю	на 100 см ³ пасоки	на одно растение	% к контролю
60×16—1	175	24,6	0,49	100	16,6	0,57	100
60×16—1	250	34,9	0,87	177,6	22,4	0,90	157,9
90×10,5—1	175	35,4	0,85	173,5	34,0	0,70	122,8
90×10,5—1	250	56,4	1,24	253,0	42,3	0,98	171,9
90×15—1	400	48,5	0,68	138,8	38,1	1,41	238,6

На фоне высокой нормы минеральных удобрений (400 кг/га азота) в фазу цветения синтетическая активность корней выше, чем при внесении меньшей нормы, однако по сравнению с внесением 250 кг/га азота этот показатель отстает на 54,8%. В фазе плодообразования синтетическая активность корневой системы хлопчатника на высоком фоне питания возрастает более чем в 2 раза по сравнению с растениями, получившими по 175 кг/га азота.

Аналогичная картина наблюдалась и в опыте 1968 г. Так, в фазу цветения в условиях широких междурядий на фоне внесения меньшей и повышенной норм удобрений синтетическая активность корней хлопчатника повышалась соответственно на 31,7 и 16,9% по сравнению с узкими междурядьями. В фазу плодообразования этот показатель увеличился в несколько раз. Наиболее высокая синтетическая активность корней в этот период отмечается при внесении NPK 400, 280, 120 кг/га.

Поступление и превращение питательных элементов усиливается с увеличением нормы удобрений. Если при внесении в почву повышенной нормы удобрений по отношению к меньшей норме отмечается большее содержание азота в пасоке в фазе цветения, то на фоне дальнейшего обогащения почвы питательными элементами (до 400 кг/га азота) большее поступление и превращение их сов-

падает с фазой плодообразования. Такое изменение поступления азота и фосфора на обогащенном фоне, как рассматривалось выше, происходит вследствие подавления роста корней в начальный период развития хлопчатника.

Таким образом, более высокая поглотительная и синтетическая способность корней наблюдается при размещении хлопчатника в широких междурядьях. Как известно, с усилением освещенности интенсивно идет процесс фотосинтеза, который способствует большему накоплению органических веществ в растении. Поглощение питательных элементов и фотосинтез тесно связаны. Р. А. Борзенкова, Л. И. Суворова (1970) установили строгую зависимость поглощения меченого фосфора от фотосинтетической активности листьев у ячменя. На свету по сравнению с растениями, находящимися в темноте, повышается также скорость передвижения P^{32} .

Повышение поступления питательных элементов в растения И. И. Колосов, С. Ф. Ухина (1954), И. И. Колосов (1962) связывают с усилением дыхания тканей под воздействием внешних условий (температура почвы и воздуха, освещенность, аэрация воздуха).

Усиление поступления питательных элементов в хлопчатник при широких междурядьях объясняется лучшими условиями аэрации в посевах. Отсутствие или ограниченные смыкаемости рядков в таких посевах усиливает воздухообмен в среде растений и между почвой и приземными слоями атмосферы. По данным А. М. Гродзинского (1965), в вегетационных опытах с применением P^{32} установлено сильное снижение поступления фосфора в кукурузу при ухудшении аэрации для всей корневой системы. Через сутки в растение поступало лишь 13,3%, через восемь дней — 56,8% от уровня контроля.

Таким образом, для того чтобы усилить поступление и превращение азота и фосфора в хлопчатник при внесении повышенных норм минеральных удобрений, необходимо изменять освещенность, температуру и другие факторы. На основании результатов исследований можно заключить, что при применении широких междурядий создаются благоприятные условия для высокого обеспечения хлопчатника питательными элементами, способствующими формированию высокой продуктивности растения.

Азотно-фосфорный обмен в корнях

Содержание азота в корнях. В отмытых и высушенных до воздушно-сухого состояния корнях определялось содержание азота. Лабораторные анализы на содержание азота и фосфора в корнях, проводимые К. Дусмухамедовым, показали, что содержание азотистых веществ в корнях зависит от фазы развития растений, норм удобрений и ширины междурядья. Увеличение годовой нормы НРК выше 175, 125 и 60 кг/га (при условии внесения 70% от годовой нормы азота перед посевом) в фазу семядольных листочков несколько снижает содержание общего азота в корнях. В опыте 1968 г. на фоне повышенной и высокой норм НРК количество общего азота снизилось на 9—11,0% по сравнению с внесением меньшей нормы удобрений.

Такое же снижение наблюдается по абсолютному содержанию общего и белкового азота в корнях. В опыте 1968 г. у растений, получивших повышенную норму удобрений, количество общего азота (в мг на сухую массу корней) снизилось на 21,0, белкового азота — на 24,5%, в условиях 1969 г. соответственно на 31,6 и 34,5% по отношению к меньшей норме НРК. При внесении высокой нормы содержание общего и белкового азота снизилось в 1968 и 1969 гг. на 12,5%, 36,9 и 15,6, 41,4%.

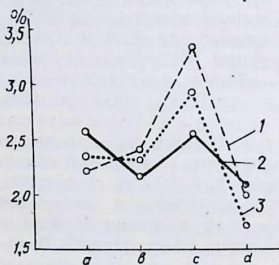
Полученные результаты показывают, что при внесении повышенной нормы минеральных удобрений создаются неблагоприятные условия для корней, затрудняющие процесс поглощения и превращения элементов питания в самый ранний период их развития. В связи с этим наблюдается также снижение массы корней. Вероятно, происходит это от того, что с увеличением годовых норм минеральных удобрений повышается осмотическое давление почвенного раствора, вследствие этого нарушается осмотический потенциал клеток тканей корня. Аналогичные результаты были получены в опытах С. Н. Рыжова, И. Жиемуратова (1968), С. Н. Рыжова, Н. И. Зиминной (1971). По данным этих авторов, в условиях засоленных почв увеличение норм минеральных удобрений повышает осмотическое давление почвенного раствора, угнетающего развитие хлопчатника. Нормальное развитие растений обеспечивается при содержании не

более 0,2—0,3% солей в почве и осмотическом давлении 3—4 атм.

Снижение синтетической активности молодых корней на повышенных фонах минерального питания возможно связано с отрицательным воздействием аммиака. В условиях наших опытов количество аммиачного азота в корнях увеличивалось при внесении 250 и 400 кг/га азота, а опыте 1968 г. соответственно на 26,3 и 36,8%, в 1969 г. — на 9,3 и 31,0% и более.

По исследованиям Д. Н. Прянишникова (1951), усвоение аммиака тесно связано с условиями, которые обеспечивают переработку его в органические соединения, прежде всего, в аспарагин и подобные ему амиды; это наблюдается при наличии достаточного количества углеводов. Об отрицательном воздействии на молодые растения высоких концентраций аммиачного азота указывали и Д. А. Сабинин и другие (1931), и М. А. Белоусов (1960, 1964 гг.).

Продолжительность отрицательного воздействия питательных солей на корни зависит от нормы и внесе-



Влияние нормы минеральных удобрений и ширины междурядья на содержание в корнях хлопчатника общего азота, % на сухой вес:

а — семядоли; б — 4-5 наст. лист.;
в — бутонизация; д — цветение.

Схема посева и годов, норма NPK, кг/га:

1 — 60×16 — 1; 250; 175; 80
2 — 90×15 — 1; 250; 175; 80
3 — 90×15 — 1; 400; 280; 120.

ния. При норме азота 250 кг/га оно устраняется уже с появлением настоящих листьев. К этому времени относительное и абсолютное содержание общего и белкового азота начинает повышаться при одновременном увеличении массы корней и надземных органов растений, при внесении же 400 кг/га азота, т. е. на фоне высоких концентраций питательных солей корни хлопчатника испытывают отрицательное их воздействие более продолжительное время.

Содержание азотистых веществ в корнях сильно меняется с глубиной расположения их в почве. В

фазу бутонизации более интенсивное поглощение азота наблюдается в корнях, развивающихся на глубине 0—45 см. При этом в слое почвы 0—15 см корни имеют наибольший вес, процент общего и белкового азота в них обычно ниже, чем в слое 15—30 см. В целом наибольшее процентное снижение азотистых веществ наблюдается в корнях, расположенных на глубине 45—60 см, т. е. в фазу бутонизации растения используют питательные вещества, находящиеся в верхних, более рыхлых слоях почвы, богатых по питательным веществам и условиям аэрации. Однако в слое 0—15 см где водный режим и температурный фактор выступают более напряженно и корни относительно огрубелые, содержание азотистых веществ в них снижается. В этот период корни, наиболее активно поглощающие питательные элементы и синтезирующие органические вещества, находятся на глубине 15—45 см, и особенно в слое 30—45 см, где отношение общего азота к белковому высокое. Такие же данные получены и в опыте 1969 г.

В фазу цветения содержание общего и белкового азота в корнях повышается с глубины 0—15 до 40—60 см, т. е. зона корней, активно поглощающая питательные вещества и воду, перемещается глубже. В этот период хлопчатник становится мощным, потребность в воде и питательных элементах возрастает, условия для нормального роста корней в верхних слоях почвы ухудшаются, так как под воздействием высоких температур они сильно иссушаются.

При широких междурядьях с внесением 250 кг/га азота корни имели не только большую массу, но и высокую концентрацию азотистых веществ. Однако дальнейшее увеличение годовой нормы минеральных удобрений (400 кг/га) не приводило к увеличению процентного содержания азотистых веществ в корнях по сравнению с внесением меньших норм удобрений. Характерно, что большее содержание общего и белкового азота отмечается в корнях, находящихся в слое почвы 0—45 см. При таком внесении удобрений корни наиболее интенсивно поглощают питательные вещества из верхних горизонтов, причем масса корней заметно отстает от растений, получивших меньшую норму удобрений.

Изучение показало, что в целом корни растений широкорядного посева при норме азота 250 кг/га накап-

Таблица 8.

Изменение содержания азотистых соединений в корнях хлопчатника в зависимости
от условий его возделывания
(мг/растение)

Опыт 1968 г

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг га	Форма азота	Бутонизация				Цветение				
			0-15	15-30	30-45	45-60	0-15	15-30	30-45	45-60	60-100
60×16-1	250	Общий	49,8	42,9	12,2	4,5	27,0	21,3	29,6	31,8	10,0
		Белковый	46,4	40,5	10,9	4,1	21,8	18,6	26,8	29,3	8,2
90×10,5-1	175	Общий	45,5	39,6	20,6	4,8	28,8	12,9	46,0	17,1	10,4
		Белковый	36,3	37,1	17,8	4,1	20,4	10,9	42,3	14,5	9,2
90×15-1	250	Общий	45,0	48,0	24,9	22,9	38,2	23,9	33,2	27,7	16,6
		Белковый	38,1	44,5	22,9	21,3	34,2	21,9	30,5	25,5	14,4
90×15-1	400	Общий	39,3	47,4	18,2	6,0	26,9	20,6	21,7	8,5	18,3
		Белковый	28,6	42,6	16,1	5,5	23,9	11,8	20,4	7,6	16,8

ливают больше азота по сравнению с растениями узкорядного посева (табл. 8).

При широких междурядьях в период бутонизации содержание общего и белкового азота в корнях в пересчете на одно растение было на 28,6 и 24,4% больше, чем у растений узких междурядий (опыт 1968 г.). В фазу цветения содержание общего и органического азота в корнях увеличилось соответственно на 19,9 и 21,8 мг на каждое растение. Такое же распределение азота отмечалось и в опытах 1969 г.

Расчеты показали, что количество азота в корневых остатках зависит от густоты посева. Большой густоте стояния растений соответствует большее количество общего азота в корневых остатках. На фоне высокой нормы удобрений количество общего азота в корневых остатках снижается. Так, в опыте 1968 г. в фазу бутонизации общее содержание азота было на 33,2, в фазу цветения — на 29,1% меньше, чем при внесении 250 кг/га азота в широкие междурядья.

Таким образом, изменяя условия питания и размещения растений, можно воздействовать на рост, развитие и обмен веществ в корнях хлопчатника. Благоприятные условия для протекания указанных процессов создаются при широких междурядьях и сравнительно повышенных нормах минеральных удобрений.

Содержание фосфора в корнях. Относительно фосфорного питания хлопчатника накоплен достаточно большой экспериментальный материал. Общеизвестно, что в период роста и развития хлопчатник по-разному реагирует на наличие питательных элементов. Недостаток фосфора в почве в период от прорастания до образования двух — четырех настоящих листьев оказывает неблагоприятное воздействие на рост, развитие и урожайность хлопчатника. Потребность хлопчатника в фосфоре усиливается и в период плодоношения, когда фосфор интенсивно используется развивающимися семенами. При этом остается недостаточно изученным вопрос, как складывается фосфорная обеспеченность корней; это имеет важное значение при разработке правильной агротехники хлопчатника.

Результаты опыта 1968 г. показали, что процентное содержание фосфора в корнях тесно связано с фазой развития хлопчатника и шириной междурядья. В фазу

семядольных листочков как на повышенном, так и на меньшем фоне питания содержание фосфора в корнях изменялось незначительно. Однако в период четырех-пяти настоящих листьев при повышенной норме удобрений процент общего и органического фосфора в корнях увеличивается. В дальнейшем это преимущество сохраняется вплоть до фазы бутонизации. Причем в условиях повышенной нормы удобрений корни растений широко-рядного посева содержат различных форм фосфора намного больше, чем растения узкорядного посева. Так, при широких междурядьях в фазу четырех-пяти настоящих листьев в корнях в слое почвы 0—30 см в среднем содержалось на 16,0% общего и на 44,3% органического фосфора больше, чем в корнях растений узкорядного посева. Такие же различия наблюдаются и в фазу бутонизации. С наступлением фазы цветения на повышенном фоне питания процентное содержание фосфора в корнях хлопчатника широко-рядного посева во всех слоях почвы убывает.

Следовательно, вплоть до цветения растения широко-рядного посева отличаются как интенсивным ростом корней, так и большей способностью поглощать фосфор из питательной среды.

Уменьшение процентного содержания фосфорных соединений в корнях растений широких междурядий в фазу цветения при внесении повышенной нормы удобрений обусловлено ускорением передачи фосфора в надземную часть при сохранении интенсивного роста корней.

Интересно отметить, что внесение повышенной нормы удобрений в узкие междурядья увеличивает процентное содержание фосфора в корнях с фазы бутонизации до цветения. Такая же динамика накопления фосфора характерна по абсолютному его содержанию в корнях (табл. 9). Так, в период бутонизации при узких междурядьях корни содержали 1,65 мг общего, 1,39 мг — органического фосфора в среднем на растение. При равной норме питания абсолютное содержание общего и органического фосфора в корнях в условиях широко-рядного посева было заметно большим — 3,03 и 2,60 мг. В дальнейшем в фазе цветения растения узкорядного посева сосредоточивают в корнях фосфора больше, чем растения широко-рядного с разницей по общему и органическому фосфору в 26,8 и 28,2%.

Влияние условий возделывания на содержание фосфорных соединений в корнях хлопчатника
мг/растение

Опыт 1968 г.

Схема разме- щения расте- ний	Голова норма звота, кг/га	Форма фосфора	Семядоли	4-5 лист	Бутонизация					Цветение					
					0-15	15-30	30-45	45-60	всего	0-15	15-30	30-45	45-60	60-100	всего
60×16-1	250	общий	0,07	0,42	0,60	0,55	0,36	0,14	1,65	0,50	0,54	0,65	0,49	0,25	2,43
		органи- ческий	0,04	0,22	0,50	0,45	0,32	0,12	1,39	0,40	0,50	0,62	0,46	0,22	2,20
90×15-1	175	общий	0,08	0,43	0,90	0,55	0,36	0,19	2,00	0,69	0,31	1,24	0,42	0,25	2,91
		органи- ческий	0,04	0,23	0,68	0,40	0,28	0,17	1,53	0,50	0,27	1,14	0,38	0,24	2,53
90×15-1	250	общий	0,07	0,57	1,36	0,77	0,69	0,31	3,03	0,44	0,29	0,58	0,27	0,20	1,78
		органи- ческий	0,04	0,31	1,11	0,61	0,62	0,26	2,60	0,37	0,25	0,56	0,22	0,18	1,58
90×15-1	400	общий	0,07	0,49	0,66	0,65	0,30	0,17	1,78	0,38	0,23	0,26	0,14	0,25	1,26
		органи- ческий	0,02	0,31	0,54	0,55	0,25	0,15	1,49	0,33	0,21	0,25	0,12	0,18	1,09

От фазы бутонизации к цветению в корнях широко-рядного посева на фоне меньшей нормы удобрений наблюдалось увеличение относительного и абсолютного содержания фосфора.

Основываясь на данных анализа пасоки и накопления массы корней, увеличение содержания фосфорных соединений в корнях узкорядного посева в указанный выше период объясняется снижением оттока их в надземную часть и менее интенсивным использованием фосфора на синтез корневой массы.

Увеличение содержания фосфора в корнях при широко-рядных междурядьях и при внесении меньшей нормы удобрений происходит видимо за счет сравнительно небольшого развития надземных органов.

При внесении высокой нормы минеральных удобрений питательные элементы не были использованы корнями в полной мере.

Как относительное, так и общее содержание общего и органического фосфора в этом случае было ниже, чем при внесении повышенной нормы удобрений. Так, в опыте 1968 г. в фазу бутонизации в корнях растений, получивших NPK—400, 280 и 120 кг/га процентное содержание общего и органического фосфора было на 22,4 и на 19,7% меньше, чем при внесении азота, фосфора и калия в количестве 250, 175 и 85 кг/га. Содержание общего и органического фосфора при этом снизилось соответственно на 1,25 и 1,11 мг. Аналогичная картина наблюдалась и в опыте 1969 г.

Следует отметить, что наибольшее количество общего и органического фосфора содержится в корнях, расположенных в слое почвы 0—45, 45—60 см, в нижележащих слоях почвы процент общего и органического фосфора снижается. Такой же характер носит накопление массы корней. Вероятно оно связано с ухудшением условий для роста и развития корней (большее уплотнение, снижение температуры и активности микробиологических процессов и другие факторы в этих слоях почвы).

Как показало изучение, наибольшее количество общего фосфора наблюдается в корневых остатках при большей густоте стояния растений. Наименьшее накопление фосфора на 1 га отмечается в корневых остатках на фоне внесения высокой нормы минеральных удобрений, что

указывает на недостаточно эффективное использование их растениями.

Таким образом, процентное содержание фосфора в корнях меняется с изменением уровня питания и ширины междурядья. Внесение минеральных удобрений в количестве 250 кг/га азота, 175 фосфора и 85 кг/га калия в широкие междурядья до начала репродуктивного развития хлопчатника способствует увеличению фосфора как относительно, так и абсолютно. В результате усиливается формирование и накопление корней. С началом репродуктивного развития аккумулированный в тканях корней фосфор интенсивно используется надземными органами хлопчатника. Дальнейшее увеличение годовой нормы минеральных удобрений не сказалось на увеличении содержания фосфорных соединений так же, как и на накоплении массы корней хлопчатника.

Содержание нитратов и фосфатов в почве

Сероземные почвы хлопковых районов отличаются недостаточным содержанием и высоким темпом минерализации органического вещества. Это связано с высокой активностью микробиологических процессов в этих почвах.

В пахотном горизонте типичный серозем при орошении содержит более 2 млрд. микроорганизмов в каждом грамме. Среди них много нитрифицирующих, способствующих накапливать в почве нитратов (Е. И. Квасников, С. Ф. Лазарев, 1957). Несмотря на высокую биогенность орошаемых почв хлопковых районов и связанное с ней ускорение минерализации гумусовых веществ и накопление подвижных форм азота и фосфора, питательные элементы только за счет почвенных запасов не могут удовлетворять потребность хлопчатника.

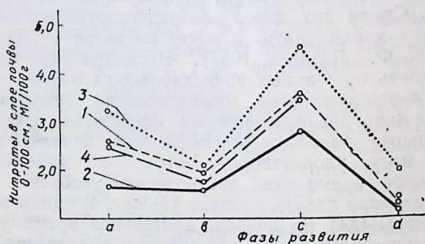
В то же время одни органические удобрения также не в состоянии давать высокие урожаи. В одном из опытов СоюзНИХИ на почвах, длительное время удобряемых навозом и жмыхом, урожайность хлопчатника была низкой. За 1936—1965 гг. средний урожай хлопка-сырца на таком фоне составил 32,6 ц/га, с внесением минеральных удобрений — 36,8 ц/га. Наибольший урожай — 43,0 ц/га был получен на почвах, вышедших из-под севооборота и дополнительно получивших минеральные удобрения.

В опыте С. А. Кудрина (1947) урожай хлопка-сырца при естественном плодородии без дополнительного внесения минеральных удобрений на сероземной почве составил всего 10—15 ц/га, а на засоленных сероземах еще меньше — 8—13 ц/га. Поэтому удобрениям принадлежит важнейшая роль в дальнейшем повышении урожайности хлопчатника.

Азотные удобрения в форме аммиачной и амидной при внесении их в орошаемые почвы Средней Азии уже в течение нескольких дней обнаруживаются в виде нитратов (Я. И. Чуманов, 1953; П. В. Протасов, Г. И. Яровенко, 1955; Г. И. Яровенко, 1965). Поэтому изучение динамики усваиваемых форм питательных веществ по профилю почвы представляет большой практический интерес, поскольку содержание их в почве предопределяет урожай.

Знание характера распределения подвижного азота и фосфора в почве необходимо для разработки рациональной системы минеральных удобрений. Это особенно важно для условий широкорядного посева хлопчатника, где динамика питательных элементов в почве совершенно не изучена.

С увеличением норм минеральных удобрений содержание нитратного азота в почве возрастает. По мере



Содержание нитратов в почве в зависимости от норм минеральных удобрений и ширины междурядья:

а — 5-6 наст. лист.; в — бутонизация; с — цветение; д — плодообразование.

1 — 90 × 15	— 1; НРК 250; 175; 85	кг/га
2 — 60 × 16	— 1; —	—
3 — 90 × 15	— 1; —	400; 280; 120
4 — 90 × 10,5	— 1; —	250; 175; 85

отдаления срока внесения минеральных удобрений во всех случаях содержание нитратов как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы убывает. Например, в фазу бутонизации при внесении 250 кг/га азота в 90 см междурядья содержание нитратов в пахотном слое снизилось на 33,6%, в подпахотном — на 11,3% по сравнению с фазой пяти-шести настоящих листочков. Подкормка азотом в начале цветения приводит к повышению нитратов в пахотном слое почвы. В дальнейшем с переходом растений в фазу плодообразования происходит резкое снижение нитратного азота. Например, в фазу плодообразования при внесении 250 кг/га азота в узкие междурядья содержание нитратов в пахотном слое по сравнению с фазой цветения снизилось в 3,1 раза, при широких междурядьях — в 4,1 раза. Количество нитратов в подпахотном слое почвы подвержено таким же изменениям, что и в пахотном горизонте, но несколько в меньших пределах.

Характерная динамика нитратов в почве, когда их количество снижается с фазой развития хлопчатника, объясняется усилением потребления нитратов хлопчатником по мере роста и развития его. В молодом возрасте, когда у хлопчатника менее развита корневая система и надземная масса, нитраты используются в умеренных количествах. При сильно развитой корневой системе и надземных органах повышается требовательность хлопчатника к питательным элементам и содержание нитратов в почве резко сокращается. По такой же причине в опыте с озимой пшеницей Х. С. Спивак, А. П. Зайченко (1971) к концу вегетации находили нитраты в почве лишь в следовых количествах. Видимо, следует принимать во внимание и то обстоятельство, что по мере роста растений меняется не только потребность их к питательным веществам, но и содержание и состав микрофлоры в зоне корней. Так, по данным Е. И. Квасникова, С. Ф. Лазарева (1957), количество типичных для корневой зоны хлопчатника микроорганизмов достигает максимума в период цветения и убывает к концу вегетации хлопчатника. Поэтому уменьшение нитратов связано также с потреблением их микрофлорой.

Как уже отмечалось, наибольшее содержание нитратов в почве приходится на ранние фазы развития хлопчатника, однако это не значит, что можно сокращать

внесение минеральных удобрений под хлопчатник на ранних этапах его жизни. Наоборот, наилучший рост, развитие и высокий урожай хлопка-сырца возможны лишь при раннем предпосевном внесении основной доли годовой нормы азота. В наших предыдущих работах (М. В. Мухамеджанов, 1961, М. В. Мухамеджанов, А. З. Закиров, Т. П. Пирахунов, 1965) было показано важное значение допосевого внесения 50—70% азота от годовой нормы и остальной части в одну подкормку для ускорения роста, развития и повышения урожайности хлопчатника. Недостаточное азотное питание с первых дней роста хлопчатника оказывает отрицательное действие в последующих периодах развития хлопчатника. При достаточном обеспечении хлопчатника азотом растения формируют развитую сеть корней, возрастает их роль в снабжении надземных органов питания.

Физиологические исследования М. А. Белоусова (1964) показали, что хлопчатник отзывается на внесение азота с самых ранних фаз развития. Такое внесение азота по фону обеспеченности другими питательными элементами ускоряет ростовые процессы и наступление очередных фаз развития хлопчатника.

В одном из опытов Г. И. Яровенко (1965) перенесение внесения азота с фазы проростков в период достижения хлопчатником 20-дневного возраста привело к опаздыванию наступления фазы бутонизации на 10 дней, цветения — на 12 и созревания — на 23 дня.

Следовательно, вопрос внесения азота до посева в настоящее время считается решенным, однако в научной литературе пока мало сведений об оптимальных концентрациях азота и фосфора для хлопчатника.

Изучение показало, что в условиях широкорядного посева питательный режим почвы складывается лучше, чем при узких междурядьях. Широкие междурядья, как правило, превышают узкие по содержанию нитратов в пахотных и подпахотных слоях почвы.

Приведенные данные показывают, что растения, размещенные по схемам $90 \times 10,5-1$ и $90 \times 15-1$, соответствующие густотам в 100 и 75 тыс. растений на 1 га, по содержанию нитратов в почве между собой различаются мало. Это указывает на усиление потребления нитратов растениями широкорядного посева при более умеренной густоте.

Содержание фосфатов в почве изменяется аналогично нитратам. Чем больше вносилось азота, фосфора и калия, тем больше содержалось в почве усвояемых фосфатов.

Количество фосфатов в почве меняется в течение вегетации хлопчатника. По мере роста и развития растений их содержание убывает.

В отличие от нитратов количественно фосфатов содержалось в почве довольно много. Так, в опыте 1968 г. в широких междурядьях при внесении 250 и 400 кг/га азота в метровом слое почвы фосфатов было соответственно 2,64 и 3,00 мг на 100 г почвы, тогда как нитратов содержалось всего 1,25 и 1,97 мг.

Таким образом, с повышением нормы азота и фосфора увеличиваются их подвижные формы. На увеличение содержания легкоусвояемых фосфатов оказало положительное влияние большее количество вносимого азота, который способствует растворению фосфора, удобрений и почвы.

Содержание подвижного азота и фосфора в почве имеет положительную связь с накоплением общей биологической массы растениями хлопчатника.

Из результатов наших исследований и работ приведенных авторов вытекает, что внесение повышенных норм удобрений в широкие междурядья создает благоприятные условия для улучшения питания хлопчатника.

ГЛАВА V

ПОСТУПЛЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ МЕЖДУ ОРГАНАМИ ХЛОПЧАТНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Содержание нитратов и фосфатов в листьях хлопчатника

Современное хлопководство характеризуется важными изменениями в агротехнике. Они обусловлены ростом производства минеральных удобрений, оснащенности колхозов и совхозов сельскохозяйственной техникой, а также мелиорацией почв и другими условиями.

Особенностями агротехники последних лет является всевозрастающее повышение норм минеральных удобрений при применении широкорядного посева хлопчатника. Эти факторы меняют освещенность, площадь питания и ход физиологических процессов, в целом определяя характер роста и развития растений.

По исследованиям Г. Давтяна (1939), М. А. Белоусова и Э. Сдвиженской (1954), А. Ш. Галстяна (1955), Т. Пирахунова, Р. К. Трофимовой (1959) и других, содержание неорганического азота и фосфора в вегетирующих органах характеризует обеспеченность растений этими элементами и может служить для диагностических целей.

Принципы метода диагностики изложены в ряде работ (Д. А. Сабинин, 1932; D. W. Gudall, F. G. Gregori, 1947; К. Н. Магницкий, 1965 и др.).

По хлопчатнику метод диагностирования питания разработан еще в 1940 г. В. С. Шардаковым (Р. К. Трофимова, 1959).

Методы диагностики с учетом особенностей культур и условий возделывания растений совершенствовались и применялись многими исследователями. При изучении потребности томатов в азоте и фосфоре, А. В. Панков (1965) использовал физиологически активные листья,

расположенные на пятом узле сверху по основному стеблю.

В. Н. Бурков (1966), применявший диагностику на содержание азота, фосфора и калия в листьях липы, указывает, что вести ее следует с учетом возраста, ориентации и освещенности листьев, характера плодоношения и роста деревьев.

Н. А. Филиппова, Л. А. Филиппов (1971) азотно-фосфорно-калийную обеспеченность чайного растения определяли, используя листья и флешки. Л. Ячева, П. Стоянов, С. Ячев (1971), работая с томатами и кукурузой, более надежным показателем считают не нитратную форму азота, а содержание общего азота и калия в соке проводящих сосудов.

В. В. Церлинг, А. М. Горшкова (1971), изучая озимую пшеницу, озимую рожь, овес, ячмень на дерново-подзолистых почвах и черноземах, обнаружили высокие коэффициенты корреляции между урожаем и содержанием элементов питания в растениях.

Растительная диагностика позволяет получить данные о том, в каких элементах питания и в какие периоды нуждается растение. Этот метод ценен и в том отношении, что он дает возможность для определения эффективности применяемых видов и форм удобрений, оценки тех или иных приемов обработки почвы, посевов, а также для получения характеристики питательного режима почв (К. Н. Магницкий, 1965).

Индикаторными органами могут быть листовые пластинки, черешки листьев и другие органы, анализируемые на содержание растворимых форм питательных веществ. По мнению Т. П. Пирахунова, Р. К. Трофимовой (1959), М. А. Белоусова (1963), определение этих форм более доступно, проще и достаточно надежно, чем определение валового содержания питательных элементов в этих органах растения или в почвенных образцах. Почвенный анализ не всегда отражает действительную картину зависимости между содержанием питательных элементов в почве и поступлением их в растение, так как последнее тесно связано с множеством других факторов среды.

Сравнительное изучение питательного режима хлопчатника при размещении его в условиях узкорядного и широкорядного посевов мы провели по содержанию нит-

ратов, фосфатов и общего азота и фосфора в верхних физиологически активных листьях, расположенных сверху по главному стеблю.

Изучение показало, что содержание нитратов в листьях повышается с увеличением вносимого азотного удобрения, причем количество их по фазам развития растений уменьшается, а затем исчезает. Это свидетельствует об ускорении превращения нитратов в более сложные органические соединения по мере активизации обменных процессов, связанных с переходом растений в репродуктивную фазу.

Содержание фосфатов, наоборот, возрастает к фазе бутонизации и цветения. Интенсивное поступление их связано с ростом потребности формируемых плодовых органов.

Определения показали, что поступление нитратов и фосфатов, особенно первых зависит от сосущей силы листьев; с повышением сосущей силы листьев обычно увеличивается содержание нитратов.

Условия освещения, как и повышение нормы питания, оказывают положительное влияние на содержание нитратов в листьях и их черешках. Так, в фазу четырех-пяти настоящих листьев при внесении меньшей и повышенной нормы NPK в узкие междурядья в листьях нитратов соответственно было 1,6; 5,1 мг/л раствора, в то время как в широких междурядьях — 2,1 и 5,5 мг. В дальнейшем нитраты из-за усиления превращения были обнаружены в незначительных количествах. Поэтому содержание нитратов определяли в черешках.

При определении оказалось, что в черешках нитраты присутствуют значительно в большем количестве, чем в листьях, причем преимущество широких междурядий остается прежним. В фазу плодообразования в черешках растений узких междурядий при нормах азота 175 и 250 кг/га содержится нитратов 7,6 и 10,2 мг, в широких — 8,5 и 15,5 мг на 100 мг сырого веса. В основном такое же содержание характерно и для фосфатов.

Известно, что на свету из-за синтеза поступающие нитраты сколько-нибудь заметно не скапливаются в тканях листа. Поэтому большее содержание минерального азота в вегетирующих органах широколинейных растений свидетельствует о том, что высокий темп синтеза сложных органических соединений сопровождается не

менее интенсивным поступлением питательных элементов из почвы.

Как показали полученные данные, существует также положительная взаимосвязь между содержанием в почве подвижных форм азота и фосфора и содержанием нитратов и фосфатов в физиологически активных верхних листьях хлопчатника.

Таким образом, с усилением питания независимо от ширины междурядий увеличивается поступление в листья нитратов и фосфатов. В целом растения широких междурядий по обеспеченности листьев и черешков нитратами и фосфатами превосходят растения узкорядных посевов.

Содержание различных форм азота и фосфора в листьях по фазам развития хлопчатника

Содержание нитратов и фосфатов в листьях, являясь одним из показателей обеспеченности растений азотом и фосфором, не дает ясного представления о характере их использования растением. Поэтому мы изучали изменение содержания общего азота и фосфора и их органических форм в листьях в основные фазы развития хлопчатника.

Содержание азота. При повышенной норме внесения минеральных удобрений повышается содержание общего, белкового и небелкового азота в листьях (табл. 10). Наибольшее накопление этих форм азота в листьях отмечается в начале бутонизации во всех вариантах, в дальнейшем оно снижается; на повышенном фоне питания снижение менее выражено. Снижение азотистых веществ обусловлено перестройкой организма в связи с переходом в фазу плодоношения. Это явление установлено и для других культур (А. В. Батагин, Г. Н. Ненайденко, 1965; Л. Н. Карцева, 1965 и др.).

Способность листьев к синтезу белкового азота в период усиленного плодоношения не изменяется и после азотной подкормки в начале цветения. Она заметно не отражается и на количестве небелкового азота, содержание которого по сравнению с предыдущей фазой несколько увеличивается или остается на прежнем уровне. Уменьшение содержания азотистых веществ в листьях, несмотря на подкормку азотом, указывает на интенсив-

Т а б л и ц а 10
Влияние условий питания и ширины междурядий на содержание азота в листьях хлопчатника
 (% на сухой вес)

Опыт 1967 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Форма азота	Фаза развития				
			семядоли	4—5 наст. листа	бутонизация	цветение	плодообразование
60×16—1	175	общий	3,33	4,25	5,89	4,71	3,19
		белковый	2,82	3,52	4,73	4,18	3,03
60×16—1	250	общий	3,44	4,42	5,96	4,75	3,74
		белковый	3,10	3,64	5,31	3,89	3,47
90×10,5—1	175	общий	3,43	4,50	6,02	4,82	3,32
		белковый	2,53	3,36	5,59	4,29	2,71
90×10,5—1	250	общий	3,79	4,79	6,15	5,33	3,99
		белковый	2,90	3,64	5,62	4,15	3,16
90×15—1	400	общий	3,76	4,61	6,29	4,89	3,40
		белковый	2,47	3,91	5,31	3,61	2,41

ность взаимопревращений и оттока азотистых веществ в плодоорганы растений.

В фазу созревания общего и белкового азота в листьях становится намного меньше, чем в ранние этапы, при значительном увеличении небелковой его части. Это объясняется затуханием синтетической деятельности листьев в фазу созревания из-за наступления физиологического старения их тканей.

Повышение небелкового азота в листьях происходит за счет продуктов распада белковых соединений и прямого поступления азота из питательной среды, что видно по приросту небелкового азота, превышающего распад его белковой фракции.

Увеличение ширины междурядий способствует повышению общего азота в листьях. Включение азота в белковую фракцию здесь выше, чем при узких междурядьях, причем, с повышением нормы минеральных удобрений количество белкового азота возрастает. Так, при широкорядном посеве и внесении 250 кг/га азота в листьях общего и белкового азота содержалось в фазе бутонизации на 3,2 и 5,8%, в цветение — на 12,2 и 6,6% больше, чем в узких междурядьях. Подобные результаты получены и в опыте 1968 г.

При внесении высокой нормы удобрений в азотном обмене листьев отмечаются несколько иные изменения, чем на фоне повышенной нормы. В этом случае содержание общего и белкового азота в листьях по существу остается на уровне внесения повышенной нормы удобрений (НРК 250, 175, 85 кг/га).

М. А. Белоусовым (1963) установлено, что предельное содержание общего азота в листьях хлопчатника в фазу трех — пяти настоящих листьев и бутонизации находится на уровне 2, 7, в период цветения — 2,0 и плодообразования — 1,45% к весу листьев. В связи с этим следует подчеркнуть, что на высоком фоне (400 кг/га азота) относительное содержание азота в листьях было заметно выше по сравнению с указанным критическим уровнем.

По анализу листьев на содержание в них азотистых веществ можно констатировать, что при усилении питания, если оно сопровождается увеличением ширины междурядий, создаются благоприятные условия для накопления питательных элементов, используемых в дальнейшем для обеспечения формируемых плодозлементов.

Содержание фосфора. Фосфорный обмен по направленности и характеру однотипен азотному (табл. 11). Как правило, общего фосфора и его органической части в листьях растений на фоне повышенной нормы питания содержится несколько больше, чем при меньшем внесении удобрений. При равных условиях в листьях растений широких междурядий в целом наблюдается некоторое увеличение общего и органического фосфора по сравнению с растениями узкорядного посева.

Во всех вариантах опыта наблюдается постепенное повышение содержания общего и органического фосфора до фазы бутонизации и начала цветения, затем начинается уменьшение количества фосфорных соединений в связи с усилением оттока их в формируемые репродуктивные органы хлопчатника.

Содержание фосфора в листьях, как и азота, убывает к концу вегетации. Однако в отличие от азота нередко наблюдается увеличение процента общего и органического фосфора в фазу созревания по сравнению с фазой плодообразования, хотя количественно их бывает значительно меньше, чем в период цветения. Это отмечалось также в опыте 1968 г.

На высоком фоне питания (NPK 400, 280, 120 кг/га) содержание общего и органического фосфора в листьях относительно внесения NPK 250, 175 и 85 кг/га изменяется мало. Такое содержание фосфорных соединений в ранние фазы объясняется отрицательным воздействием высокой нормы удобрений, в более поздние же периоды развития хлопчатника — перераспределением фосфора между большей по массе вегетативными органами. Наблюдения показывают, что на высоком фоне питания хлопчатник к концу вегетации формирует большую надземную массу при относительно низкой хозяйственной продуктивности растений.

Аналогичные явления наблюдались в вегетационных опытах М. Е. Коноваловой, В. Л. Мухановой (1967) с меченым P^{32} . В их опытах большее поступление фосфора в фазе плодообразования при удвоенных количествах азота, фосфора и калия способствовало резкому увеличению вегетативной массы в ущерб генеративной.

Таким образом, в широких и узких междурядьях содержание азота и фосфора в физиологически активных (верхних) листьях меняется в одном направлении — до

Влияние условий питания и ширины междурядий на содержание фосфора в листьях хлопчатника
(% на сухой вес)

Опыт 1968 г.

Схема размещения растений	Головая норма азота, кг/га	форма фосфора	фаза развития				
			4-5 лист. листа	бутолиза- ция	цветение	плодообра- зование	созревание
60×16—1	175	общий	0,36	1,19	0,88	0,72	0,75
		органический	0,25	0,99	0,69	0,63	0,70
60×16—1	250	общий	0,36	1,25	0,92	0,75	0,76
		органический	0,23	1,07	0,75	0,64	0,69
90×10,5—1	175	общий	0,42	1,32	0,94	0,78	0,76
		органический	0,28	1,16	0,77	0,65	0,66
90×10,5—1	250	общий	0,44	1,44	0,98	0,77	0,78
		органический	0,31	1,24	0,80	0,62	0,70
90×15—1	400	общий	0,42	1,45	1,00	0,75	0,79
		органический	0,31	1,25	0,84	0,59	0,67

начала репродуктивной фазы происходит накопление общего азота и фосфора и их органической части. Уменьшение этих веществ связано с оттоком их в формируемые плодозлементы. При этом в листьях у растений в широких междурядьях количественно азота и фосфора больше, чем у растений узкорядного посева. В целом отмечается положительная зависимость между содержанием азота и фосфора в верхних, по главному стеблю, листьях и накоплением коробочек. В связи с этим большое значение имеет обильное снабжение хлопчатника азотом и фосфором с самого раннего возраста для накопления питательных элементов в период активного роста, используемых в репродуктивную фазу образующимися плодоорганами.

Содержание углеводов

При испытании влияния различных норм минеральных удобрений и ширины междурядий с азотно-фосфорным обменом важное значение имеет и углеводный обмен в листьях хлопчатника.

Как известно из исследований Д. Н. Прянишникова (1951), значение аммиака в зависимости от наличия углеводов в растениях может меняться. При отсутствии запасов углеводов аммиак из важнейшего источника питания может превратиться в вещество сильно угнетающее или отравляющее растительный организм. Содержание углеводов определяли по фазам развития хлопчатника.

Анализируя содержание углеводов в третьих, сверху по главному стеблю, листьях, выявлено, что их количество подвержено значительным изменениям в зависимости от нормы удобрений и ширины междурядий (табл. 12). В семядольную фазу у растений, выращиваемых на повышенном фоне минерального питания, количество углеводов как суммарно, так и растворимой фракции снижалось по сравнению с фоном, где вносилось меньше минеральных удобрений. Снижение отмечалось независимо от ширины междурядья и составило по сумме углеводов от 10,0 до 15,7%, по сумме растворимых углеводов — от 9,2 до 18,6%. На повышенном фоне питания отношение углеводов к общему азоту, содержащемуся в семядольных листьях, уменьшается от 3,1 до 2,7 вместо 3,5—3,6 при более умеренных нормах минеральных удобрений.

Таблица 12

**Влияние уровня питания и ширины междурядья
на содержание углеводов в листьях по фазам
развития хлопчатника**

(% на сухой вес)

Опыт 1967 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Растворимые углеводы	Полисахара	Сумма углеводов	Отношение углеводов к общему азоту
Семядоли					
60×16—1	175	10,65	1,38	12,03	3,6
60×16—1	250	9,67	1,16	10,83	3,1
90×10,5—1	175	10,75	1,40	12,15	3,5
90×10,5—1	250	8,75	1,45	10,20	2,7
90×15—1	400	9,82	1,43	10,25	2,7
Четыре-пять настоящих листьев					
60×16—1	175	6,35	1,10	7,45	1,8
60×16—1	250	7,40	0,77	8,17	1,8
90×10,5—1	175	9,31	0,96	10,27	2,3
90×10,5—1	250	9,80	1,51	11,31	2,4
90×15—1	400	5,62	1,06	6,68	1,4
Бутонизация					
60×16—1	175	10,18	0,66	10,84	1,8
60×16—1	250	9,80	1,00	10,80	1,8
90×10,5—1	175	9,05	0,89	9,94	1,6
90×10,5—1	250	13,53	1,24	14,77	2,4
90×15—1	400	6,83	1,06	7,89	1,3
Цветение					
60×16—1	175	6,40	0,60	7,00	1,5
60×16—1	250	7,65	0,98	8,63	1,8
90×10,5—1	175	6,80	0,62	7,42	1,5
90×10,5—1	250	9,90	1,16	11,06	2,1
90×15—1	400	9,90	0,88	10,78	2,2
Плодообразование					
60×16—1	175	9,98	6,09	16,07	4,9
60×16—1	250	11,48	5,52	17,00	4,5
90×10,5—1	175	11,55	5,90	17,45	5,3
90×10,5—1	250	11,70	6,33	18,03	4,5
90×15—1	400	10,20	5,80	16,00	4,7
Созревание					
60×16—1	175	7,80	6,46	14,26	4,4
60×16—1	250	8,80	5,95	14,75	4,6
90×10,5—1	175	8,48	6,32	14,80	4,3
90×10,5—1	250	7,90	5,18	13,08	3,8
90×15—1	400	9,10	5,62	14,72	4,2

С периода, когда растения формируют четыре-пять настоящих листьев и до цветения, отношение углеводов к азотистым веществам резко сокращается. В это время в хлопчатнике происходит усиленное накопление органического вещества, синтезируемые углеводы интенсивно расходуются на создание других органических соединений, особенно на повышенном фоне питания.

Несмотря на такое изменение соотношения углеводов и азота, углеводные запасы в листьях у растений на повышенном фоне питания с фазы четырех-пяти настоящих листьев и до конца вегетации хлопчатника остаются высокими по отношению к внесению меньшей нормы удобрений. Однако депрессирующее влияние высоких норм удобрений (400 кг/га азота) на синтез углеводов в листьях остается более продолжительное время. В опыте 1967 г. в фазу четырех-пяти настоящих листьев сумма углеводов на этом фоне была на 41,0% ниже, чем при внесении 250 кг/га азота в широкие междурядья, и на 18,3% ниже при той же норме азота в узких междурядьях. Соотношение углеводов и азота снизилось до 1,4 при 2,4 и 1,8 в листьях растений, получивших до 250 кг/га азота. С фазы цветения количество углеводов в листьях и соотношение их к азоту при внесении высоких норм удобрений начинают приближаться к растениям, растущим на фоне внесения 250 кг/га азота.

Таким образом, с фазы четырех-пяти настоящих листьев на фоне внесения 250 кг/га азота усиливается образование углеводов. При внесении высокой нормы отрицательное воздействие большой концентрации питательных элементов на содержание углеводов в листьях сохраняется длительное время.

Широкие междурядья способствуют большему накоплению в листьях углеводов, включая моно- и дисахара. При узких междурядьях и норме азота 175—250 кг/га в фазу цветения сумма углеводов в листьях была равна 7,0—8,6% в том числе растворимых углеводов—6,4—7,7% в широких междурядьях соответственно 7,4—11,1% и 6,8—9,9% к весу сухого вещества.

На основании полученных данных можно заключить, что растения, находящиеся в лучших условиях освещения (широкие междурядья) и питания, по обеспеченности их ассимилятами имеют значительное преимущество над растениями узкорядного посева.

Потребление азота, фосфора и углеводов плодоорганами и прилегающими к ним листьями хлопчатника

Хлопчатник может образовать 40—50 плодозлементов и более. Однако при полевом выращивании в виде коробочек сохраняется лишь незначительная часть их (не более 20—30%). Чрезмерное опадение плодозлементов препятствует получению высоких урожаев хлопка.

Как известно, опадение плодозлементов происходит под действием неблагоприятных условий среды. При недостатке воды, питания, света, высокой температуры и влажности воздуха, повреждении корней, поражении растений болезнями и вредителями и т. д. опадение плодозлементов у хлопчатника может резко увеличиваться.

В последние годы многие исследователи стали уделять большое внимание изучению взаимоотношения между вегетативными и генеративными органами, от состояния которого во многом зависит общая продуктивность растений.

В. А. Новиков (1941а) указывает, что снижение влажности почвы и высокие температуры воздуха нарушают фотосинтез, следовательно, питание плодозлементов. В результате они остаются недоразвитыми или опадают. Недостаток притока из листьев в завязи органических веществ усиливает расход растворенных в клеточном соке веществ на дыхание и другие процессы, в связи с чем снижается сосущая сила завязей. Листья, имеющие большую сосущую силу, оттягивают из плодов воду и питательные вещества: нормальное направление движения лист — плодозоогаи нарушается, возникает новый ток из плодозоогаи в лист, вызывая образование отдельного слоя у основания плодозоогаи завязи, предопределяющего опадение.

Г. С. Зайцев (1916) отмечал, что опадение плодозлементов зависит от местоположения их на кусте. Чем дальше они удалены от главного стебля, тем сильнее опадение.

Г. Э. Шульц, В. Ф. Щеглова (1948) вегетационными опытами установили, что чем хуже азотное питание, тем с раннего конуса начинается массовое опадение завязей хлопчатника.

М. П. Меднис (1939), А. К. Носов (1958) одной из причин опадения плодозлементов хлопчатника считают

недостаток углекислоты в посевах для фотосинтеза растений.

А. В. Благовещенский с сотрудниками (1929), так же как и Г. С. Зайцев, считает, что из-за неравномерности питания отдельных частей растения происходит опадение плодозлементов. Оказалось, что опадающие завязи и их черешки по сравнению с нормально растущими содержали азота в 2 раза меньше. На основании этого авторы заключают, что при опадении происходит расхождение между притоком азотистых и углеродистых соединений в развивающиеся завязи.

Вывод Г. С. Зайцева о неравномерности питания, как главной причины опадения завязей, подтвердили многие другие исследователи при изучении роста и развития хлопчатника в зависимости от условий выращивания.

В опыте с применением меченого фосфора А. А. Бородулина (1965) доказала различие в питании завязей в зависимости от их местоположения на кусте. При передвижении фосфора по симподиальной ветви от главного стебля большее количество его получили коробочки первых мест, завязи же последующих мест содержали фосфора значительно меньше и поэтому развивались хуже, чем на первых местах. При подкормке P^{32} листа у завязи последнего места на симподии происходило обратное — в них содержалось больше фосфора, чем в первых. На основании этого предлагались внекорневые фосфорные подкормки растений.

Исследования последних лет показывают, что особо важное значение в сохранении плодозлементов хлопчатника имеет совместное действие минерального питания, светового и водного режимов. Так, при гидропонном выращивании хлопчатника (М. А. Белоусов и др., 1967; Р. К. Трофимова, Е. А. Попова и др., 1969), когда растения непрерывно обеспечиваются элементами минерального питания и влагой при хорошем световом и температурном режиме, на каждом кусте образуется до 60—70 коробочек — значительно больше, чем у хлопчатника в обычных условиях. При естественном выращивании встречаются также отдельные растения, которые в отличие от основной массы сохраняют большое количество коробочек (около ок-арыков или единично стоящие растения с достаточной площадью питания).

Все это указывает на необходимость продолжения исследований по раскрытию механизма опадения плодоеlementов и на возможность регулирования плодоношения путем создания определенных условий возделывания хлопчатника в полевых условиях.

Известно, что в хлопководстве с каждым годом все больше применяется минеральных удобрений. Однако повышение их нормы (в частности азотных) при существующей агротехнике (суженные междурядья и др.) практически недостаточно эффективно. Нередко в таких условиях обогащение почвы питательными элементами способствует лишь увеличению вегетативной массы растений, что ухудшает освещение внутренней зоны куста, вследствие чего сбрасываются рано формирующиеся плодоеlementы. Поэтому большой интерес представляет изучение реакции хлопчатника на повышенные нормы минеральных удобрений и широкие междурядья, обеспечивающие лучшую освещенность в посеве. Можно предположить, что одновременное улучшение условий питания и освещенности положительно скажется на процессе фотосинтеза и характере потребления отдельными органами органических веществ, выработанных при фотосинтезе, что во многом определяет общую продуктивность растений. Эти вопросы относительно широких междурядий изучаются впервые.

Исследования азотно-фосфорного обмена при изучении опадения плодоеlementов у хлопчатника показали, что опадающие завязи содержат всегда меньше общего и белкового азота, а также фосфора, чем завязи, продолжающие рост. В листьях при опадающих завязях, наоборот, количество азота и фосфора больше, чем при неопавших. Это обусловлено торможением оттока указанных элементов из листьев к опадающим завязям и ослаблением превращения их в последних (А. А. Бородулина, 1960). Накопление питательных веществ в вегетативных органах вследствие удаления плодоеlementов ранее отмечали Е. Д. Маскелл, Т. Г. Мезон (1937).

По данным А. А. Прокофьева, Д. И. Игамбердыевой (1971), в опавших плодоеlementах снижается сухой вес, количество углеводов, жира, золы, общего азота и белка. С опадающими органами терялось 11% веществ от общего количества, находящегося во всех плодоеlementах. К концу вегетации потеря веществ с опадающими органа-

ми хлопчатника по отношению к весу созревших коробочек составила 7,4%. Авторы приходят к заключению о необходимости поиска мер, предотвращающих образование лишних плодозлементов с тем, чтобы снизить бесполезную трату ассимилятов с опадающими плодоорганами.

Р. К. Трофимова и другие (1969) пришли к выводу, что лучшим индикаторным органом проверки обеспеченности растений фосфором в период плодообразования являются не листья, а завязи и молодые коробочки.

Таким образом, опадение плодозлементов ставится в прямую зависимость от обеспеченности их питательными веществами. При этом большое значение придается сопровождающим их листьям.

Раскрытию физиологической роли листьев различного местоположения в снабжении плодоорганов питательными веществами посвящены исследования И. Ф. Беликова (1955), В. С. Омельченко (1956), А. А. Прокофьева и А. М. Соболева (1957), П. К. Барьетас (1962), Р. А. Эгамбердыева, К. А. Алиева, Ю. С. Насырова (1963), К. Д. Броуна (K.D. Brown, 1968) и др. Эти немногочисленные работы большей частью основывались на сравнительном изучении опавших и неопавших плодоорганов и расположенных у них листьев; однако вопросы азотно-фосфорной обеспеченности завязей и прилегающих к ним листьев в зависимости от норм удобрений и освещенности (широкие междурядья) остаются совершенно неизученными.

Содержание азота в завязях и прилегающих к ним листьях. Для определения содержания азота нами анализировались листья и завязи, расположенные на первом и втором местах четвертой симподиальной ветки, относящиеся ко второму и третьему конусам плодоношения (табл. 13).

Анализ полученных данных показывает, что независимо от воздействующего фактора по мере развития растений в прилегающих к плодоорганам листьях как второго, так и третьего конусов процентное содержание азотистых веществ убывает. Это свидетельствует об общем изменении обмена веществ в связи с возрастом и об усилении оттока азотистых веществ из листьев в плодоорганы. Уменьшение азотистых веществ происходит за счет как общего, так и белкового азота и это тесно связано с оттоком их в развивающиеся плодоорганы.

Распределение различных форм азота в прилегающих к завязям листьях второго конуса
плодоношения у хлопчатника

(% на сухой вес)

Опыт 1967 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Лист у двухлетней завязи			Лист у пятилетней завязи			Лист у десятилетней завязи		
		общий	белковый	небелковый	общий	белковый	небелковый	общий	белковый	небелковый
60×16—1	175	4,09	3,38	0,71	3,68	3,42	0,26	3,62	3,20	0,42
60×16—1	250	3,95	3,32	0,63	3,40	3,12	0,28	3,40	3,15	0,25
90×10,5—1	175	4,69	4,36	0,33	4,64	4,38	0,26	4,75	4,47	0,28
90×10,5—1	250	5,06	4,75	0,31	4,82	4,14	0,68	4,52	4,29	0,23
90×15—1	400	5,43	5,14	0,29	4,04	3,21	0,82	4,62	4,33	0,29

Следует отметить, что содержание азотистых веществ меняется в зависимости от местоположения на кусте. В целом в большем количестве ими обеспечены листья первого места на симподии. Это более отчетливо выражено в листьях двух-пятидневных завязей по сравнению с листьями, находящимися у завязей десятидневного возраста, и указывает на то, что в период наибольшего потребления питательных элементов в связи с ростом завязей листья третьего конуса начинают испытывать недостаток в азоте из-за отдаленности их от основного пути распределения питательных элементов. Наиболее заметно он проявляется у растений, размещенных в узких междурядьях.

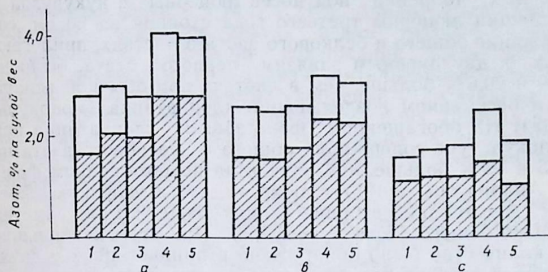
Результаты анализов показывают, что при усилении питания (250 кг/га азота) в прилегающих к завязям листьях повышается содержание общего азота и его белковой части как в узких, так и в широких междурядьях. Наиболее обогащены относительно молодые листья, расположенные у завязей двух-пятидневного возрастов на обоих конусах плодоношения.

По многочисленным данным, широкие междурядья при равных условиях питания способствуют большему накоплению азотистых веществ в листьях симподиальных ветвей разного местоположения. При внесении повышенной нормы удобрений в широкие междурядья в большинстве случаев содержание азота в листьях увеличивается. На высоком фоне питания по сравнению с повышенным процент азотистых веществ в листьях мало различается.

Таким образом, при усилении питания, особенно в широких междурядьях, обогащенность азотом тканей листьев, прилегающих к плодоорганам, повышается, использование азота на синтез сложноорганических соединений возрастает, что указывает на интенсивное поступление и лучшее обеспечение растений ширококорядного посева азотистым питанием.

Повышенные нормы удобрений (250 кг/га) и усиление освещенности (широкие междурядья) оказывают положительное действие на содержание азотистых веществ в завязях.

В этих условиях повышается обеспеченность молодых плодоорганов азотистым питанием. Так, двухдневные завязи растений ширококорядного посева второго конуса в



Влияние норм минеральных удобрений и ширины междурядья на содержание азота в завязях II конуса плодоношения хлопчатника:

Возраст завязей в днях — а, б, с — 2, 5, 10

Схема посева и годов. норма NPK, кг/га

- 1 — 60×16 — 1: 175; 125; 60.
 2 — — 250; 175; 85.
 3 — 90×10,5 — 1 175; 125; 60.
 4 — — 250; 175; 85.
 5 — 90×15 — 1 400; 280; 120.

опыте 1966 г. содержали общего и белкового азота соответственно на 4,3 и 27,5% больше, чем завязи растений в узких междурядьях.

Более существенное преимущество растений широкого посева над узкорядным по содержанию азотистых веществ в завязях отмечалось в опыте 1968 г., когда завязи двухдневного возраста указанного местоположения содержали общего и белкового азота на 33,2 и 37,2% больше, чем одновозрастные завязи при узких междурядьях. Следовательно, при широких междурядьях наблюдается обеспеченность молодых плодоорганов азотистыми веществами.

Такие же изменения в содержании питательных веществ в завязях и прилегающих к ним листьях отмечались нами в другом полевом опыте при испытании различных по плодородию фонов. На обогащенном органическими веществами фоне содержание азота в плодоорганах и прилегающих к ним листьях увеличивается особенно на втором конусе плодоношения. Так, в варианте, где проводились глубокое рыхление почвы до 60 см в сочетании с послойным внесением органо-мине-

ральных удобрений под посев люцерны с кукурузой и распашки люцерны третьего года стояния на 60 см, содержание общего и белкового азота в листьях, прилегающих к двухдневным завязям первого места, было на 17,9 и 20,6% больше, чем в листьях при обычной вспашке и бессменном возделывании хлопчатника (монокультура). На обогащенном фоне завязи хлопчатника при монокультуре содержали общего и белкового азота на 32,5 и 19% больше, чем завязи на небогащенном фоне.

Анализ опыта 1967 г. показал, что в условиях широких междурядий в прицветниках содержится заметно больше общего азота и фосфора. При этом наибольшее их количество было обнаружено в прицветниках у двухдневных завязей первого места на симподии. В прицветниках завязей второго места количество азота и фосфора снижалось во всех вариантах. При внесении высокой нормы удобрений процентное содержание общего азота в прицветниках у двухдневных завязей ниже, чем на фоне повышенной нормы. В целом такие же результаты получены и в опыте 1968 г. Следовательно, в условиях лучшей освещенности и повышенных норм удобрений прицветники, накапливая больше элементов питания, расходуют их на снабжение развивающихся завязей.

Опыты показывают, что, как и в листьях, наибольшее процентное содержание общего и белкового азота наблюдается в завязях двухдневного возраста у растений всех вариантов; в завязях более старших возрастов оно снижается, что обусловлено увеличением массы завязей, уменьшающей концентрацию азотистых веществ на единицу веса. Уменьшение азотистых веществ на единицу веса с возрастом завязей отмечается также при усилении питания. Снижение более заметно в завязях пятидневного возраста на обоих конусах плодоношения. Объясняется это интенсивным ростом завязей при высокой обеспеченности растений питанием. Тем не менее, многочисленные анализы показывают, что растения, получившие повышенную норму питания, независимо от ширины междурядий, содержат общего и белкового азота в завязях (исключая пятидневные) сравнительно больше, чем растения, получившие меньшую норму удобрений. Так, в опыте 1968 г. в десятидневных завязях второго конуса на фоне внесения 175 кг/га азота в 60 см междурядьях общего и белкового

азота содержалось соответственно 1,63 и 1,14%, при повышенной норме — 1,74 и 1,21%. Аналогичные данные получены в других вариантах и для третьего конуса плодоношения. Снижение содержания азотистых веществ, имеющее место в завязях пятидневного возраста, на фоне повышенной нормы удобрений у десятидневных завязей не наблюдается, причем на обоих конусах плодоношения обнаруживается тенденция к увеличению количества этих веществ по сравнению с меньшим внесением питания.

Следовательно, при относительно низком режиме питания снижение содержания азотистых веществ в завязях в динамике их роста более значительное и продолжительное, чем у высокообеспеченных азотом растений (250 кг/га азота).

Уменьшение процентного содержания общего и белкового азота в завязях в период от пяти до десятидневного возрастов свидетельствует об энергичных новообразованиях, интенсивном росте их, требующих мобилизации запасов питательных веществ из прилегающих листьев. Подобное явление по темпу роста отмечено у формирующихся семян хлопчатника А. Г. Тощевиковой и А. Ф. Мансуровой (1957). По их данным, наибольший прирост веса семян происходит в зависимости от сорта во вторую и третью пятидневки: у хлопчатника скоро-спелого сорта 3210 за пять дней (с пяти до десятидневного возраста) сырой вес семян увеличился в 3,4 раза, позднеспелого сорта С-460—в 5,9 раза, тогда как сырая масса 10- и 15-дневных семян увеличилась всего в 1,8 и 1,7 раза.

Учитывая, что на обогащенном фоне питания количество азотистых веществ в завязях десятидневного возраста вновь повышается, можно предположить, что это окажет положительное влияние на дальнейший рост и развитие завязей. Поэтому этот период жизни молодых плодоорганов на пути превращения в полноценные коробочки является наиболее критическим.

Как показали результаты анализов, этот «критический период» не преодолевается растениями и в широких междурядьях. Происходит это от того, что освещенные способствует формированию куста с большей надземной частью, с набором значительного числа коробочек, вследствие чего большое количество азота

перераспределяется между всеми имеющимися плодово-элементами.

Высокий фон питания (400 кг/га азота) не приводит к увеличению процентного содержания азота в изучавшихся органах по сравнению с повышенным. Объясняется это, видимо, большим использованием поступающего азота на ростовые процессы, интенсивность которых имеет место особенно во второй половине вегетации.

Не исключена возможность, что такие изменения в азотном обмене при внесении высокой нормы удобрений обусловлены внутренними возможностями самого растения.

В. В. Церлинг, Г. М. Щеглова и другие (1957), применяя изотоп 15 , установили, что уменьшение процента азота в растении происходит непропорционально снижению его в питательной среде. При уменьшении дозы азота в 2 и 10 раз процент общего азота уменьшается соответственно в 1,12 раза и менее.

Е. П. Коровин (1950) при разработке вопроса о скороспелости хлопчатника подчеркивал, что элементы минерального питания, стимулируя развитие хлопчатника, не могут изменить структуру органогенеза. Ускорение развития под влиянием азота и фосфора ограничивается самой скороспелостью растения как биологическим свойством данной формы хлопчатника.

Таким образом, обеспеченность листьев и сопредельных с ними завязей находится во взаимной связи с условиями питания и освещенности. Усиление питания более заметно в условиях широких междурядий, способствует обогащению молодых завязей (двухдневного возраста) и листьев, прилегающих к ним, азотистыми веществами независимо от местоположения на кусте. В данном возрасте наблюдается прямая корреляция между процентным содержанием общего и белкового азота в завязях и количеством их в прилегающих к завязям листьях.

По мере развития завязей относительное содержание общего и белкового азота в них уменьшается на обоих конусах плодоношения независимо от варианта. У пятидневных завязей как на втором, так и на третьем конусах, несмотря на усиление питания, относительное содержание азотистых веществ снижается сильнее,

чем на фоне меньшей нормы удобрений. И, наоборот, десятидневные завязи обогащены азотом больше, чем завязи растений, получивших сравнительно меньшую норму минеральных удобрений. По нашему мнению, уменьшение азотистых веществ в пятидневных завязях при усилении питания связано с их энергичным ростом, о чем свидетельствует содержание азота в десятидневных завязях. Завязи данного возраста вследствие более устойчивых ростовых процессов, по сравнению с пятидневными завязями на повышенном фоне питания, содержат общего и белкового азота больше, чем при меньшем внесении питательных элементов. Следует подчеркнуть, что в широких междурядьях, особенно на повышенном фоне питания, завязи пятидневного возраста второго конуса несмотря на активный рост в целом снабжаются азотистыми веществами лучше, чем завязи в равных условиях питания при узких междурядьях. Следовательно, в условиях широких междурядий и повышенной нормы удобрений создаются лучшие условия азотного питания для нормального роста и развития завязей, что имеет важное значение для предотвращения их опадения.

Содержание фосфора в завязях и прилегающих к ним листьях. Уровень питания и освещенность оказывают определенное влияние и на распределение фосфора в завязях и прилегающих к ним листьях.

С возрастом листьев содержание общего и органического фосфора убывает. Это характерно для листьев, расположенных на первом и на втором местах на симподии. Во все годы опыта получены в основном сопоставимые данные. В зависимости от питания и ширины междурядий содержание фосфора в анализируемых листьях различалось мало. В целом несколько больше общего и органического фосфора содержится в листьях у завязей растений при широких междурядьях, особенно расположенных у десятидневных завязей. Незначительное повышение содержания фосфора в прилегающих листьях, видимо, обусловлено ускорением оттока фосфора в плодоорганы. Об этом свидетельствуют прямые определения фосфора в соответствующих завязях.

Во всех вариантах наибольшее процентное содержание общего и органического фосфора было в завязях

двухдневного возраста независимо от конуса плодоношения. В завязях последующих возрастов концентрация фосфора снижается. Объясняется это тем, что эти завязи имеют сравнительно большие размеры, чем двухдневные, в связи с чем уменьшается количество фосфора на единицу веса завязей.

Повышенная норма удобрений по отношению к меньшей стимулирует поступление и превращение фосфора в завязях независимо от ширины междурядья. Так, внесение повышенной нормы в узкие междурядья увеличило процентное содержание общего и органического фосфора в двухдневных завязях на 17,9 и 25,0%. Также изменяется количество фосфора и в завязях растений при широкорядных междурядьях (табл. 14).

Таблица 14

Влияние условий питания и ширины междурядий на содержание фосфора в завязях различного возраста второго конуса плодоношения

(1 место на симподии), %

Опыт 1966 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Форма фосфора	Завязь		
			двухдневная	пятидневная	десятидневная
60×16—1	175	общий	0,71	0,59	0,61
		органический	0,50	0,36	0,39
		минеральный	0,21	0,23	0,22
60×16—1	250	общий	0,84	0,52	0,57
		органический	0,64	0,31	0,33
		минеральный	0,20	0,21	0,24
90×10,5—1	175	общий	1,06	0,57	0,68
		органический	0,90	0,39	0,45
		минеральный	0,16	0,18	0,23
90×10,5—1	250	общий	1,25	0,54	0,61
		органический	1,07	0,34	0,36
		минеральный	0,18	0,20	0,25

В широкорядных посевах по сравнению с узкорядными обеспеченность молодых плодовых органов фосфорным питанием, как правило, увеличивается, особенно при внесении повышенной нормы минеральных удобрений.

ний. На этом фоне двухдневные завязи первого места на симподии содержали общего и органического фосфора на 26,1 и 67,1% больше, чем растения узкорядного посева. В завязях последующих возрастов изменения в содержании фосфора были аналогичными.

В опыте 1967 г. у растений широкорядного посева превышение общего и органического фосфора в завязях данного возраста (второй конус) составило 4,8 и 12,2%, завязи пяти-десятидневного возраста по концентрации фосфора различались мало. На третьем конусе плодоношения завязи этих возрастов отличаются большей обеспеченностью фосфором, чем при узкорядном посеве.

На низком фоне удобрений завязи второго места на симподии (третий конус) в общем содержат несколько меньше фосфора по сравнению с повышенным фоном.

На третьем конусе плодоношения при внесении меньшей нормы удобрений процентное содержание фосфора в завязях по мере их развития снижается сильнее, чем на повышенном фоне питания.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы: независимо от ширины междурядий наибольшее процентное содержание фосфора отмечается в завязях двухдневного возраста и прилегающих к ним листьях, с возрастом оно снижается. С повышением норм минеральных удобрений закономерно увеличивается содержание общего фосфора и его органической части в молодых завязях. В завязях более старших возрастов концентрация фосфора на единицу веса ниже, чем при меньшем внесении азота. В одних и тех же условиях питания преимущественное положение по фосфорной обеспеченности завязей занимают растения в широких междурядьях. Содержание общего и органического фосфора в прилегающих к завязям листьях с повышением нормы питания возрастает в меньшей степени, чем в завязях. Это связано с оттоком фосфора из листьев в сопровождаемые ими плодоорган-ны на повышенном фоне. Увеличение процентного содержания фосфора как в листьях, так и в завязях на обоих конусах плодоношения у растений широко-рядных посевов свидетельствует о большой роли света при обеспечении завязей таким элементом питания, как фосфор; дальнейшее увеличение питательных элементов

в годовых нормах (до 400 кг/га азота, 280 кг/га фосфора и 120 кг/га калия) не повышает относительного содержания фосфора в завязях и прилегающих к ним листьях.

Из вышесказанного следует, что в широких междурядьях при внесении повышенной нормы удобрений создаются лучшие условия для снабжения плодоорганов раннего возраста питательными элементами, играющими большую роль в предотвращении их опадения. Усиление питания в узких междурядьях проявляется не в такой степени, как в широких, на содержании фосфора в завязях, так как в узких междурядьях лимитируется такой важный фактор, как освещенность. Н. П. Воскресенская, А. А. Ничипорович (1948) отмечали, что в результате улучшения питания обеспечивается лучшее использование света низких интенсивностей. Это в определенной мере проявляется в увеличении содержания питательных веществ в завязях также и при узких междурядьях. Однако, как показывают наши данные, повышенная норма удобрений в ускоряющем посеве не устраняет полностью последствий от ухудшения светового режима.

М. А. Сургучева (1972) обнаружила более высокое содержание общего фосфора и фосфорорганических соединений, в том числе фосфора нуклеиновых кислот в молодых, активно растущих листьях и завязях яблони. Содержание фосфорных соединений снижалось спустя некоторое время после цветения. В опавших плодах вовлечение P^{32} в фосфорорганические соединения, особенно в нуклеиновые кислоты, также снижалось. А. И. Имамалиев, В. М. Пак (1972) установили резкое снижение в опавших плодозементах хлопчатника нуклеиновых кислот. По их данным, по мере удаления завязей от центра к периферии снижается содержание РНК. В этом же направлении меняется и вес завязей. Вес завязей первого места на плодовой ветви от пяти до десятидневного возраста увеличивается в 2 раза, в последующие пять дней — с 10 до 15-дневного возраста — в 1,47 раза; вес завязей второго места десятидневного возраста снизился на 56,7%.

Таким образом, опадение плодозементов связано с ухудшением условий их питания. Во многом оно происходит в результате нарушения взаимосвязи

между генеративными и вегетативными органами, в том числе расположенными близко друг от друга. Нормальные взаимоотношения этих органов могут нарушаться при несоответствии условий среды потребностям самого растения. Использование питательных веществ отдельными органами также меняется с возрастом растений. Например, листьям нижнего яруса свойственно преимущественное обеспечение продуктами фотосинтеза корней, средней зоны — расположенных здесь плодоорганов и побегов, верхние же листья принимают участие в снабжении растущих частей этой зоны.

По исследованиям А. А. Курсанова (1967), это связано с тем, что каждая растущая или запасающая ткань вырабатывает ауксины и некоторые другие вещества, ориентирующие на себя поток ассимилятов из ближайших листьев, расположенных в сфере их влияния. На основании вышеизложенного можно сказать, что возделывание хлопчатника широкорядным способом, и особенно на повышенном фоне питания, создает благоприятные условия для улучшения взаимосвязи между листьями и коробочками, что видно по увеличению содержания в растении питательных веществ.

Содержание углеводов в завязях и прилегающих к ним листьях. Углеводы играют большую роль в питании плодоорганов у растений. Как указывает В. А. Новиков (1941б), завязи опадают из-за недостатка поступления в них ассимилятов из листьев. По данным Л. Х. Наабер (1953), листья у нормально развивающихся завязей отличаются большим содержанием сахарозы и интенсивностью дыхания, а сами завязи накапливают больше сахарозы, крахмала и гемицеллюлозы, чем опадающие.

Го Синь-Сянь (1958) в опытах путем искусственного обогащения листьев хлопчатника раствором сахарозы и применения кольцевания доказал возможность значительного сокращения опадения бутонов и завязей. Он заключает, что чем больше растворимых углеводов в листьях, бутонах и завязях хлопчатника, тем меньше опадение бутонов и завязей. Связь опадения плодэлементов с обеспеченностью их углеводами обнаружили З. Л. Невская (1945), С. Х. Юлдашев, Н. А. Акчурина (1963).

Образование углеводов тесно связано с условиями освещения.

На основании результатов полевых опытов Н. А. Тодоров и А. Н. Нешина (1955) пришли к заключению, что из-за углеводного голодания опадают плодозэлементы тех частей растений, которые в силу загущения и раннего смыкания крон получают недостаточно солнечной энергии.

Участие листьев в снабжении плодозэлементов продуктами фотосинтеза зависит от их местоположения. А. Р. Эгамбердыев, К. А. Алиев, Ю. С. Насыров (1963) с применением C^{14} установили, что прилегающий к коробочкам лист играет основную роль в обеспечении их органическими веществами.

Однако еще мало работ, посвященных углеводному обмену в завязях и прилегающих к ним листьях, а по хлопчатнику, выращенному в широких междурядьях, этот вопрос вообще не изучался. Поэтому мы сосредоточили внимание на изучении углеводов в завязях и прилегающих к ним листьях, учитывая их роль в питании завязей (табл. 15).

Анализы показали, что в целом по мере развития растений относительное содержание суммы углеводов в прилегающих к завязям листьях как второго, так и третьего конусов снижается. Обычно суммарное уменьшение углеводов сопровождается увеличением количества растворимых сахаров, как правило, с преобладанием дисахаров. Процентное содержание гемицеллюлозы при этом закономерно снижается с возрастом прилегающих к завязи листьев.

Содержание крахмала изменяется незначительно.

В листьях у пятидневных завязей второго конуса по сравнению с листьями двухдневных наблюдается заметное снижение углеводов как суммарно, так и фракций растворимых углеводов и полисахаров. Однако при повышенной норме питания у растений широких междурядий уменьшение суммы и состава углеводов в листьях выражено слабее, чем в условиях узких междурядий. В дальнейшем в листьях у завязей десятидневного возраста наблюдается некоторое увеличение процентного содержания углеводов. Например, в листьях у двухдневных завязей (узкие междурядья, низкий фон питания) суммарное содержание углеводов в листьях составляло

Таблица 15

Содержание углеводов в листьях, прилегающих к завязям
различного возраста второго конуса плодоношения
% на сухой вес

Опыт 1967 г.

Показатель	Схема размещения растений и годовая норма удобрений, кг/га				
	60×16-1, 175	60×16-1 250	90×10,5-1 175	90×10,5-1 250	90×15-1 400

Лист у двухдневной завязи

Растворимые* угле- воды	4,83	5,20	4,43	3,50	4,83
Полисахара** . . .	5,08	8,36	10,11	7,38	3,66
Сумма углеводов	9,91	13,56	14,54	10,88	8,49

Лист у пятидневной завязи

Растворимые угле- воды	1,53	1,25	1,25	1,23	1,46
Полисахара	3,56	5,41	4,59	5,99	6,18
Сумма углеводов	5,09	6,66	5,84	7,22	7,64

Лист у десятидневной завязи

Растворимые угле- воды	6,85	8,50	6,18	5,90	6,65
Полисахара	3,38	4,40	4,38	4,77	4,94
Сумма углеводов	10,23	12,90	10,56	10,67	11,59

* Сумма моно- и дисахаров.

** Суммарное содержание крахмала и гемицеллюлозы.

9,9%, у пятидневных завязей содержание углеводов в листьях снизилось до 5,1%. Листья у завязей десятидневного возраста содержали 10,2% суммы углеводов. Динамика суммарного содержания углеводов в прилегающих к двум-, пяти- и десятидневным завязям листьев у растений широкоярдного посева та же.

Таким образом, у листьев второго конуса в процессе роста отмечаются периоды значительного снижения количества углеводов. По нашим данным, это период, когда завязи достигают пятидневного возраста и снижение углеводов обусловлено интенсивным оттоком углеводов в развивающиеся плодоорган.

В листьях у пятидневных завязей третьего конуса не наблюдается характерного для листьев второго конуса резкого спада углеводов. Более заметное снижение содержания суммы углеводов наступает у листьев десятидневных завязей (табл. 16).

Таблица 16

Содержание углеводов в листьях, прилегающих к завязям различного возраста третьего конуса плодоношения
% на сухой вес

Опыт 1967 г.

Показатель	Схема размещения растений и годовая норма азота, кг/га				
	60×16-1, 175	60×16-1, 250	90×10,5-1 175	90×10,5-1 250	90×15-1 400

Лист у двухдневной завязи

Растворимые углеводы	5,30	4,20	4,80	6,00	4,43
Полисахара	4,33	5,41	4,00	6,22	6,01
Сумма углеводов	9,63	9,61	8,80	12,22	10,44

Лист у пятидневной завязи

Растворимые углеводы	4,23	4,70	4,53	4,33	3,71
Полисахара	3,45	4,39	3,25	5,23	4,01
Сумма углеводов	7,68	9,09	7,78	9,56	7,71

Лист у десятидневной завязи

Растворимые углеводы	3,20	2,75	1,65	2,38	3,16
Полисахара	4,36	1,79	1,80	1,48	1,49
Сумма углеводов	7,56	4,54	3,45	3,86	4,65

Вероятно, листья у двух-пятидневных завязей третьего конуса, накопившие в своих тканях определенный запас пластических веществ, удовлетворяют потребности относительно меньших по размерам завязей и потому у них не обнаруживается резкого снижения углеводов, как у одновозрастных листьев второго конуса.

Более резкое снижение углеводов отмечается в листьях, расположенных у десятидневных завязей данного конуса. Поэтому для лучшего снабжения завязей угле-

водами, отдаленных от основной питательной артерии, следует создать условия более раннего накопления органических веществ в вегетативных органах растений.

Как показывают опыты, синтетическая способность листьев меняется от питания. Чем лучше растение обеспечивается питанием (250 кг/га азота), тем больше оно синтезирует углеводов. Однако скорость образования углеводов зависит от того, какие условия освещенности предшествовали обогащению питательной среды. Например, при внесении повышенной нормы питания в узкие междурядья (1966) листья двухдневных завязей второго конуса содержали углеводов суммарно на 53,4% больше, чем при внесении меньшей нормы удобрений. Существенны различия и в листьях завязей последующих возрастов, в том числе и у расположенных на третьем конусе.

Также изменяется содержание фракций углеводов на обоих конусах плодоношения. Если, например, крахмал, обнаруживаемый в листьях у двухдневных завязей растений узкорядного посева при норме азота 175 кг/га, принять за 100%, то на повышенном фоне питания его оказалось 108,3%. С возрастом листьев (у пятидневных завязей) на обоих фонах питания количество крахмала продолжает убывать, но особенно значительно на сравнительно низком фоне питания. В последнем случае содержание крахмала снижается на 54,1% по сравнению с внесением 250 кг/га азота.

При увеличении NPK до 250, 175 и 85 кг/га в условиях широких междурядий (второй конус) наблюдается усиление биосинтеза углеводов так же, как в узких междурядьях. Однако на повышенном фоне питания при широких междурядьях листья второго конуса, расположенные у двух-десятидневных завязей, содержат несколько меньше суммы углеводов, листья же пятидневных завязей, наоборот, богаче углеводами.

Увеличение суммы углеводов в листьях у пятидневных завязей второго конуса при широких междурядьях свидетельствует о положительном влиянии повышенных норм удобрений на образование углеводов, достаточных для обеспечения развивающихся завязей в наиболее критические периоды их развития.

Таким образом, режим почвенного питания и освещенности (широкие междурядья) оказывает заметное

воздействие на скорость синтеза углеводов, изменение их фракционного состава, а также на интенсивность оттока из листьев в прилегающие к ним плодозэлементы. В условиях повышенных норм минеральных удобрений при узких междурядьях снижается скорость оттока углеводов из листьев в плодозэлементы. В широких междурядьях, где световой режим лучше, создаются благоприятные условия для усиления синтеза углеводов в листьях в связи с ускорением оттока их из листьев в формируемые плодозэлементы. Это позволяет снабдить плодоорган в период их бурного роста углеводным питанием и в то же время сохранить значительное количество органических веществ в ассимилирующих органах для дальнейшего использования.

При увеличении годовой нормы минеральных удобрений до 400 кг/га азота сумма углеводов в основном ниже, чем при внесении 250 кг/га азота. При этом заметных изменений в составе углеводов не отмечается. Снижение количества углеводов в прилегающих к завязям листьях на высоком фоне удобрений нельзя объяснить только оттоком углеводов из прилегающих листьев в плодоорган, так как завязи в этом случае также отличаются меньшим содержанием углеводов (табл. 17).

Определения показали, что на фоне повышенной нормы удобрений независимо от ширины междурядий повышается общее процентное содержание углеводов в завязях различного возраста и местоположения. Однако при равной обеспеченности питанием растения широких междурядий содержат в завязях углеводов больше, чем растения узких междурядий. Это различие наиболее выражено на фоне повышенных норм удобрений. Так, на фоне 250 кг/га азота в условиях широких междурядий по сравнению с узкими сумма углеводов в двухдневных завязях второго конуса повысилась на 28%. Примерно такие же результаты получены и для завязей пятидесятидневного возраста.

Аналогичные изменения характерны и для растворимых сахаров. Содержание растворимых углеводов в двухдневных завязях данного конуса у растений ширококорядного посева было на 22% больше, чем у одновозрастных завязей узкорядного; в пятидневных же завязях — на 17%.

Содержание углеводов в завязях различного возраста и местоположения,
% к сухому весу

Опыт 1967 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	2-дневная завязь			5-дневная завязь			10-дневная завязь					
		раствори- мые угле- воды	полисах- ара	сумма уг- леводо- в	раствори- мые угле- воды	полисах- ара	сумма уг- леводо- в	раствори- мые угле- воды	полисах- ара	сумма уг- леводо- в			
Второй конус плодоношения													
60×16—1	175	5,33	7,71	13,04	4,38	5,90	10,28	11,65	7,06	18,70			
60×16—1	250	6,23	9,12	15,35	3,88	8,26	12,14	13,45	8,86	22,31			
90×10,5—1	175	6,56	9,56	16,12	5,28	7,84	13,12	14,40	9,30	23,70			
90×10,5—1	250	7,64	12,01	19,65	5,28	8,88	14,16	15,80	8,90	23,80			
90×15—1	400	6,20	4,46	10,66	5,13	7,48	12,61	11,35	11,99	23,34			
Третий конус плодоношения													
60×16—1	175	5,10	6,51	12,61	6,30	8,36	14,66	11,05	2,65	13,70			
60×16—1	250	6,34	8,75	15,09	6,37	8,20	14,57	11,80	3,42	15,22			
90×10,5—1	175	5,55	5,81	11,36	7,38	9,34	16,72	12,48	4,22	16,70			
90×10,5—1	250	7,05	10,59	17,64	6,38	11,35	17,73	12,73	6,23	18,96			
90×15—1	400	7,88	11,38	19,26	6,85	12,81	19,66	8,31	4,58	12,89			

Количество полисахаридов в завязях изменяется в зависимости от их возраста. Так, содержание крахмала во всех вариантах опыта увеличивается с возрастом завязей; процент гемицеллюлозы, наоборот, снижается, видимо из-за превращения гемицеллюлозы в другие формы углеводов, в частности во фракцию целлюлозы.

В зависимости от возраста и местоположения завязей динамика углеводов в них не прямолинейная. В течение довольно короткого времени (10 дней) завязи проявляют различную потребность к органическим веществам, поступающим из листьев. Особенно требовательны к продуктам фотосинтеза пятидневные завязи второго конуса; в этот период во всех вариантах отмечается заметное процентное снижение суммы углеводов как за счет растворимых сахаров, так и полисахаридов. В десятидневных завязях, где ростовые процессы несколько стабилизируются, разность между притоком ассимилятов и их расходом, видимо, сокращается, поэтому концентрация углеводов в них постепенно возрастает.

На третьем конусе плодоношения в отличие от второго не наблюдается характерного для второго конуса снижения количества углеводов в пятидневных завязях. Большая потребность в углеводах на данном конусе проявляется у завязей десятидневного возраста. По-видимому, в листьях у двух-пятидневных завязей запасы питательных веществ соответствуют потребностям этих завязей, в десятидневном возрасте у них наступает разрыв между потребностью в углеводах и образованием их в прилегающих к ним листьях, что, видимо, и приводит к снижению процентного содержания углеводов.

Завязи третьего конуса содержат углеводов меньше, чем завязи второго конуса, вследствие ухудшения условий обеспечения завязей и прилегающих к ним листьев элементами минерального питания. Это прежде всего отражается на темпах нарастания массы завязей, следовательно, и на концентрации углеводов на единицу веса.

Следует отметить, что в большей части анализов в завязях третьего конуса, особенно молодых, наблюдается значительное снижение гемицеллюлозы, чем в завязях

второго конуса. Очевидно, это связано с усиленным превращением гемицеллюлозы в условиях ограниченного притока углеводов из листьев третьего яруса.

Углеводный состав листьев и завязей в зависимости от возраста и условий года не стабилен. Несмотря на это удастся проследить характер влияния различных норм удобрений и ширины междурядья на содержание углеводов в анализировавшихся органах хлопчатника.

Исследования показывают, что с увеличением возраста завязей наблюдается накопление в них суммы углеводов, а в прилегающих к ним листьях — уменьшение, т. е. существует зависимость между содержанием углеводов в листьях и сопровождаемых ими завязях. В условиях широких междурядий и повышенных норм минеральных удобрений углеводная обеспеченность завязей выше, чем в узкорядном посеве.

В отличие от листьев процентное содержание углеводов повышалось от прицветников у двухдневных завязей к прицветникам завязей более старших возрастов (табл. 18). Различия в содержании углеводов от уровня питания проявились более четко в прицветниках у двухдневных завязей первого места на симподии; при этом в условиях широких междурядий процентное содержание суммы углеводов было выше, чем в узкорядном посеве. В прицветниках завязей десятидневного возраста различия сохраняются в содержании суммы углеводов лишь от фона питания.

В прицветниках второго места на симподии независимо от ширины междурядья на повышенном фоне питания содержание углеводов снижается, причем процентное содержание суммы углеводов как в узких, так и в широких междурядьях оказалось близким. Эти различия отражают скорость синтеза и оттока углеводов в прилегающие плодоорган.

Отличительной особенностью прицветников от завязей является то, что сумма углеводов представлена, главным образом, растворимыми углеводами; содержание крахмала и гемицеллюлозы было за редкими случаями в следовых количествах. Это показывает, что прицветникам принадлежит большая роль в синтезе и обеспечении завязей хлопчатника ассимилятами, что синтезируемые в прицветниках органические вещества интенсивно оттекают к плодоэлементам.

Таблица 18

Содержание углеводов в прицветниках завязей по местам их расположения на симподии
в зависимости от условий возделывания хлопчатника,

% к сухому весу

Опыт 1968 г.

Схема размещения растений	Головная норма азота, кг/га	У завязей двухдневных первого места				У завязей десятидневных первого места				У завязей двухдневных второго места				У завязей десятидневных второго места			
		в т. ч.				в т. ч.				в т. ч.				в т. ч.			
		Сумма углеводов	Моносахара	Дисахара		Сумма углеводов	Моносахара	Дисахара		Сумма углеводов	Моносахара	Дисахара		Сумма углеводов	Моносахара	Дисахара	
60×16—1	175	10,87	3,70	7,00	18,89	6,85	11,70	14,76	4,80	9,85	20,55	8,35	12,20				
60×16—1	250	16,20	5,65	10,55	20,01	9,45	10,45	14,65	3,50	11,15	19,62	7,35	12,10				
90×10,5—1	175	13,48	4,60	8,80	18,41	8,25	9,85	15,48	4,70	10,55	22,62	10,30	11,80				
90×10,5—1	250	18,48	6,65	11,80	19,33	8,05	11,00	13,94	4,50	9,05	19,31	7,40	11,60				
90×15—1	400	15,65	4,40	11,20	22,49	10,15	12,20	13,51	4,60	8,80	20,03	8,80	11,00				

Общее потребление хлопчатником азота и фосфора

Вопрос повышения эффективности вносимых под сельскохозяйственные культуры минеральных удобрений постоянно привлекает внимание исследователей. При этом особое внимание уделяется изучению характера потребления азота и фосфора в разные периоды развития с целью определения оптимальных норм минеральных удобрений, способствующих повышению продуктивности возделываемых культур. Применение изотопных методов позволило получить новые данные о количестве питательных элементов, используемых растениями в течение вегетационного периода.

По этим данным, коэффициент использования растениями азота в год внесения не превышает 50—60%, а нередко — только 30—40%. Остальная часть азота становится недоступной для растений из-за потерь — улечивания, закрепления в почве в органической форме, вымывания и т. д.

По данным М. А. Белоусова, П. Н. Беседина, Н. И. Мадраимова, Н. М. Маннанова, П. В. Протасова, Г. И. Яровенко (1969), при высокой агротехнике и оптимальном питательном режиме хлопчатник использует из удобрений на мощных окультуренных почвах 50—60% азота, 15—20% фосфора.

По исследованиям Т. Пирахунова и других (1972), по фону азота (180—200 кг/га) и исключении фосфора коэффициент использования азота составлял всего 47,4%, а внесение 50 кг/га фосфора увеличивало его до 63,6%. Наиболее высокое использование азота — 88,4% наблюдалось при большей обеспеченности растений фосфором (N—180—200 и P 200 кг/га). Однако высокая норма фосфора недостаточно эффективно используется растениями. Коэффициент использования в этом случае был 13,5%, при норме фосфора 150 кг/га он повышался до 17,5%.

Из сказанного видно, что вносимые удобрения используются растениями недостаточно полно. В этом направлении нужны дальнейшие исследования. Решение данного вопроса имеет непосредственное отношение к повышению продуктивности растений.

В нашем опыте определяли вынос азота и фосфора хлопчатником при размещении его в широких между-

рядьях и по фону различной нормы минеральных удобрений. Подобные работы по широким междурядьям еще не проводились. Контролем служили узкорядные посевы хлопчатника.

Растения, размещенные широкорядным способом, при других равных условиях (питание, густота) потребляют больше азота, чем растения узкорядного посева. Это характерно как для вегетативных, так и генеративных органов растений. Так, в начале плодообразования общее потребление азота хлопчатником в широких междурядьях по сравнению с узкими междурядьями повышалось на 25,3%, в конце вегетации—на 9%. В условиях широких междурядий наряду с увеличением общего азота в вегетативных частях усиливается накопление его в плодовых органах хлопчатника. Количество общего азота, содержащегося в плодоорганах в этот период, повышалось на 43,1%, в созревании — на 9,7% по отношению к растениям узкорядного посева. Накопление азота как в вегетативных, так и в генеративных органах продолжается вплоть до фазы массового плодообразования. С наступлением фазы созревания количество азота в листьях и стеблях уменьшается, а в плодоорганах хлопчатника, наоборот, увеличивается.

Большее накопление азота в плодоорганах растений широкорядного посева имеет важное значение в создании урожая.

При размещении растений по схеме $90 \times 15-1$ и внесении 250 кг/га азота по сравнению со схемой $90 \times 10,5-1$ потребление хлопчатником азота увеличивается. В этом случае значительно больше азота накапливается в плодоорганах. В период массового плодообразования здесь общий вынос азота на 37,3%, в том числе в плодоорганах на 31,5% был больше, чем при схеме $90 \times 10,5-1$. Эти различия становятся еще более резкими при сравнении их с показателями растений узкорядного посева. Наибольший вынос азота был отмечен в широких междурядьях при внесении высокой нормы минеральных удобрений (400 кг/га). При этом отмечается значительное увеличение выноса азота вегетативными частями растений. К концу вегетации на этом фоне было вынесено общего азота листьями на 80,6%, стеблями в 3 с лишним раза больше, чем при условии размещения хлопчатника по схеме $90 \times 10,5-1$ и внесении NPK 250,

175, 85 кг/га. По отношению к схеме посева $90 \times 15-1$ количество общего азота, содержащегося в листьях и стеблях, повышалось на 49,0 и 48,4, т. е. при большом увеличении годовой нормы минеральных удобрений (400 кг/га азота) значительное количество азота потреблялось вегетативными органами.

При внесении 250 кг/га азота в широкие междурядья на создание вегетативных частей хлопчатника расходуются меньше азота, отношение общего азота в генеративных органах к азоту, содержащемуся в вегетативных частях, более шире, чем на фоне высокой нормы удобрений. Так, при схеме посева $90 \times 10,5-1$ и $90 \times 15-1$ в фазу созревания отношение это выражалось как 3,52 и 2,88 против 2,14 на фоне 400 кг/га азота. Такая же картина наблюдается и по отношению к узкорядным посевам. Характерно, что у хлопчатника, размещенного при узких междурядьях, вегетативными частями выносятся сравнительно большое количество общего азота. Содержание общего азота в плодоорганах в этих условиях меньше, чем в растениях широкорядного посева. Это свидетельствует о том, что в узкорядном посеве значительная часть азотистых веществ используется на образование вегетативных органов. Следует заметить, что на фоне высоких норм минеральных удобрений происходит наиболее ускоренное потребление азота в фазу плодообразования. Например, за 30 дней от начала до массового плодообразования количество азота увеличилось на 74,1 кг/га, или на 69,6, тогда как при внесении 250 кг/га азота между указанными фазами потреблялось от 44 до 60 кг/га азота, или 58—65% от уровня общего потребления.

Вычисленные нами коэффициенты использования хлопчатником азота и фосфора из внесенного их количества в почву не претендуют на абсолютную точность (табл. 19). Они скорее могут характеризовать приближительную картину, поскольку не проводился учет опавших частей растений в течение вегетации и не было варианта с исключением внесения изучаемого элемента питания. Несмотря на это полученные данные можно использовать для сравнения различных вариантов. По данным опыта 1968 г., широкие междурядья при норме азота 250 кг/га способствовали значительному повышению использования растениями азота по сравнению с

**Коэффициент использования азота и фосфора
хлопчатником из внесенных удобрений в зависимости
от ширины междурядий**

Опыт 1969 г.

Схема размещения растений	Внесено, кг/га			Использовано, %	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅
60×16—1	250	175	85	35,2	9,9
90×10,5—1	250	175	85	38,3	10,5
90×15—1	175	125	60	49,8	9,6
90×15—1	250	175	85	50,0	10,2
90×15—1	400	280	120	45,5	11,4

узкими междурядьями. С увеличением нормы минеральных удобрений до 400 кг/га азота, 280 кг/га фосфора и 210 кг/га калия коэффициент использования азота оказался наименьшим.

Вынос фосфора по характеру аналогичен азоту. С увеличением годовых норм минеральных удобрений возрастает количество потребляемого фосфора различными органами хлопчатника. При широких междурядьях вынос хлопчатником фосфора повышается. Для растений широкорядного посева в период роста и развития хлопчатника характерно более высокое поглощение фосфора. Так, к началу плодообразования растения широкорядного посева поглощали фосфора больше, чем растения при узких междурядьях. Эта закономерность сохраняется и в последующих фазах развития при несколько меньших количествах фосфора, т. е. широкие междурядья способствуют более раннему поглощению фосфора растениями. В результате создаются благоприятные условия для раннего начала плодоношения и более полного обеспечения плодоорганов питательными веществами.

В результате к концу вегетации общее потребление и коэффициент использования фосфора растениями выравниваются независимо от ширины междурядий. На фоне высокой нормы удобрений хлопчатник тоже использовал незначительное (11,4%) количество фосфора.

Таким образом, из вышесказанного видно, что широкие междурядья способствуют лучшему использованию хлопчатником азота и фосфора из удобрений и почвы.

ГЛАВА VI

ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ФОТОСИНТЕЗ ХЛОПЧАТНИКА

Формирование листового аппарата

Важнейшая функция растительного организма — создание органического вещества (фотосинтез) — тесно связана с условиями внешней среды. Минеральное питание, световой режим, температура, водообеспеченность и другие факторы оказывают непосредственное влияние на скорость фотосинтеза. Изучение реакции растений на те или иные приемы агротехники имеет большое практическое значение. В этом отношении очень важно знать формирование листового аппарата. Как известно, листовая поверхность и вес растений находятся между собой в определенной зависимости.

Как показали измерения (табл. 20), в фазу пяти-шести настоящих листьев особых различий по величине листовой поверхности в связи с внесением различной нормы удобрений не было отмечено. Различия имеют место в зависимости от условий освещенности.

При одной и той же густоте хлопчатник, размещенный широкорядным способом, имеет большую листовую поверхность. Это относится к листовой площади как одного растения, так и на 1 га посева. Большей густоте стояния растений соответствует большая листовая поверхность на единицу посевной площади.

В дальнейшем уровень питания, ширина междурядья и густота стояния растений оказали более сильное влияние на динамику нарастания листовой поверхности хлопчатника. Начиная с фазы бутонизации и до конца вегетации, листовая поверхность возрастала с увеличением норм

Листовая поверхность хлопчатника по периодам при различных нормах минеральных удобрений и ширине междурядий
Таблица 20
 (см² на одно растение), м²/га (Данные М. Назарова)

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Пять-шесть настоящих листьев		Бутонизация		Цветение		Плодообразование		Созревание	
		на одно растение	на 1 га	на одно растение	на 1 га	на одно растение	на 1 га	на одно растение	на 1 га	на одно растение	на 1 га
60×16—1	175	87,7	912	262,8	2733	1505	15652	2785	28964	2512	26125
60×16—1	250	86,6	900	272,6	2855	1551	16130	2859	29734	2734	28434
90×10,5—1	175	91,6	962	284,4	2986	1728	18144	3354	34882	3162	33201
90×10,5—1	250	92,0	957	287,6	3020	1803	18931	3721	38698	3136	36078
90×15—1	175	92,7	686	287,1	2022	1756	13276	3286	24316	3291	24354
90×15—1	250	90,0	666	293,4	2171	1907	14112	3853	28502	3744	27706
90×15—1	400	91,3	676	329,8	2440	2108	15595	4142	30651	4435	32819

минерального питания. В условиях широких междурядий при равной густоте и норме питания листовая поверхность отдельно взятого растения, а также суммарная площадь на 1 га посева были большими. Это свидетельствует о том, что лучший световой режим в широких междурядьях обеспечивает наиболее быстрое формирование листового аппарата и усиление его фотосинтетической активности. В широких междурядьях на фоне внесения 175 и 250 кг/га азота и при густоте 100 тыс. растений на 1 га площадь листьев одного растения в фазу цветения была соответственно на 14,8 и 16,2% выше, чем при узких междурядьях. Суммарная площадь листьев на каждый гектар посева в широких междурядьях по отношению к узким составляла 15,9 и 17,3%.

Со снижением количества растений на 1 га увеличивается размер листовой поверхности каждого растения, однако общая площадь листьев на 1 га снижается. Эти особенности развития листовой поверхности сохраняются до конца вегетации.

Наибольшая площадь листа при учете в конце вегетации отмечается при самой высокой норме минеральных удобрений (400 кг/га азота). На этом фоне в среднем за три года каждое растение формировало на 18,4 и 26,1% больше листовой поверхности, чем растения при таких же междурядьях и получившие по 250 кг/га азота. По отношению к растениям узкорядного посева листовая поверхность превышала на 62,2%. Характерно, что на высоком фоне питания в отличие от менее обеспеченного листовая поверхность продолжает увеличиваться до фазы созревания. Это соответствует повышенному накоплению общей сухой массы растениями, в том числе более длительному формированию плодоорганов у хлопчатника. Здесь происходит своего рода компенсация питательных элементов, недостаточно поступающих в растение в начальные периоды развития из-за чрезмерно высокой концентрации питательных элементов в почве. Это свидетельствует о том, что хлопчатник может потенциально потреблять большое количество питательных веществ, однако необходимо найти пути использования растениями высоких норм питания с наибольшей эффективностью на создание урожая, обратив особое внимание на управление ростом и развитием хлопчатника с раннего этапа жизни.

В широких междурядьях растения развивают не только большую листовую поверхность, но и каждая единица листового аппарата наиболее производительно работает для создания генеративных органов. Если сопоставить размеры листьев каждого растения в фазах плодообразования и созревания со средним количеством коробочек за пять лет, то можно обнаружить, что на каждую коробочку как в узких, так и в широких междурядьях приходились приблизительно равные площади листьев; при этом отмечалось некоторое снижение средней площади листьев на одну коробочку в условиях широких междурядий.

Так, при широких междурядьях с густотой 100 тыс. растений на 1 га на фоне 175 и 250 кг/га азота в фазах плодообразования и созревания на каждую коробочку площадь листьев составляла 342 — 322 и 327 — 301 см², при тех же нормах удобрений в узкорядном посеве соответственно 356—322 и 332—317 см².

При норме 250 кг/га азота и густоте стояния 80 тыс. в условиях широких междурядий на каждую коробочку приходилось по 313 — 304 см² листовой площади; при этом следует иметь в виду то, что хлопчатник в широкорядном посеве накапливает значительно больше общего количества коробочек. Отсюда вытекает, что в широких междурядьях листовой аппарат интенсивно снабжает питательными веществами образующиеся плодозлементы.

К концу вегетации при узкорядном посеве на каждом гектаре посева общая площадь листьев находилась в пределах 26 — 28, в широких в зависимости от схемы размещения хлопчатника — в пределах 27,7 — 36 тыс. м². При применении повышенной нормы питания в узкорядном посеве площадь листьев в 28 — 30 тыс. м²/га не обеспечивала такой высокой продуктивности хлопчатника как при широких междурядьях. В широких междурядьях суммарная площадь листьев 33 — 36 тыс. м²/га также была малоэффективной. По фону внесения 250 кг/га азота при густоте 100 тыс. растений и площади листьев 36 тыс. м²/га накопление коробочек было меньшим, чем при густоте 75—80 тыс. и листовой площади 28 тыс. м²/га. На фоне внесения 400 кг/га азота увеличение листовой поверхности от фазы плодообразования до созревания способствовало созданию большой надземной

массы, а также растягиванию периода плодоношения. В результате с точки зрения хозяйственной продуктивности нарастание листовой площади в данном случае также оказалось недостаточно эффективным.

Наиболее благоприятной для накопления коробочек является листовая площадь в пределах 27 — 28 тыс. м²/га.

В опыте 1968 г. определялась листовая поверхность хлопчатника в динамике роста и развития (табл. 21). Полученные данные показывают, что при равной густоте растения широкорядного посева превосходят растения узкорядного по темпу образования листовой поверхности в единицу времени. В посевах со схемой 90×10, 5 — 1, обеспечивающей такую же густоту, как при схеме 60×16 — 1, площадь листьев увеличивалась в зависимости от срока наблюдения от 16 — 48 до 200 см² на каждое растение. Еще более высокие различия в величине площади листьев отмечались при схеме посева 90 × 15—1. На фоне 400 кг/га азота при указанных сроках наблюдения листовая поверхность по сравнению с внесением 250 кг/га азота различалась мало, при заметном ускорении темпа образования листьев — в конце июля.

Т а б л и ц а 21

Изменение листовой площади хлопчатника в зависимости от условий его возделывания, см²/растение

Опыт 1968 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Дата определения			
		10.VI	20.VI	10.VII	30.VII
60×16—1	250	192,0	255,4	483,0	787,0
90×10,5—1	250	240,7	271,6	483,0	994,0
90×15—1	250	190,4	283,7	482,0	1449,0
90×15—1	400	175,9	267,7	578,0	1198,0

Таким образом, при других равных условиях в широких междурядьях отмечается интенсивный рост листовой поверхности хлопчатника. При этом листовая площадь увеличивается как на одно растение, так и на единицу площади посева. Листовая площадь повышается с увеличением годовых норм минеральных удобрений. В

посеве с большим числом растений на 1 га площадь листа одного растения уменьшается, при снижении количества растений — увеличивается.

Хлорофиллы и каротиноиды

Процесс фотосинтеза протекает путем поглощения света пигментами пластид. Важнейшими из них являются хлорофиллы и каротиноиды. На биосинтез пигментов оказывает влияние среда, в которой растет растение. В ранее проводившихся опытах с широкими междурядьями процесс пигментонакопления не был изучен.

Полученные в наших опытах данные показывают, что накопление как зеленых, так и желтых пигментов зависит от уровня освещенности. В опыте 1965 г. в фазу цветения растения при 60 см междурядьях, т. е. с относительно слабым освещением, синтезировали немногим более 1000 мкг хлорофилла, а в широких междурядьях при благоприятных условиях освещения — до 1300 мкг на 1 г сырой массы листьев.

С увеличением нормы минеральных удобрений повышается содержание пигментов пластид листьев хлопчатника.

Если, например, в период плодообразования в узких междурядьях растения, получившие 175 кг/га азота, синтезировали 1256 мкг хлорофилла на 1 г сырой массы листьев, то при 250 кг/га азота было синтезировано 1949 мкг. При 90 см междурядьях и годовой норме азота 250 кг/га синтезировалось уже 2056 мкг хлорофилла.

В фазу бутонизации и цветения в ширококорядных посевах содержание хлорофилла в единице веса в зависимости от нормы удобрений отличалось незначительно. Возможно, что оно связано с увеличением величины листовой поверхности растений на повышенном фоне питания.

Следует подчеркнуть, что на повышенном фоне питания содержание хлорофиллов в семядольных листьях снижалось как в узких, так и широких междурядьях. В опыте 1965 г. снижение составило от 39 до 81 мкг на 1 г сырой массы листьев по отношению к внесению меньшей нормы минеральных удобрений. Такое же снижение количества хлорофилла отмечалось и в опыте

1966 г. Суммарное содержание хлорофилла на низком фоне питания составляло у растений узкорядного посева 853 мкг, широкорядного — 894 мкг. Растения, получившие повышенную норму удобрений, содержали хлорофиллов от 762 до 827 мкг на 1 г сырой массы листьев, т. е. повышенное содержание питательных элементов в почве несколько сдерживает биосинтез пигментов в самую раннюю фазу хлопчатника. Это связано с некоторым торможением поступления элементов питания в растение при подавлении жизнедеятельности корней высокой концентрацией почвенного раствора. Такое воздействие при нормах NPK 250, 175 и 85 кг/га, по результатам наших опытов, не влечет за собой отрицательного последствия на растения, поскольку с разворачиванием очередных листьев рост и развитие хлопчатника на повышенном фоне питания протекает более интенсивно при одновременном усилении пигментонакопления.

На повышенном фоне питания в семядольную фазу отмечается также снижение каротина, лютеина и виолак-сантина (табл. 22).

Т а б л и ц а 22

Динамика накопления хлорофилла в листьях хлопчатника в зависимости от уровня питания, ширины междурядий, мг/г сырого веса

(Данные А. С. Ходжаева, 1965 г.)

Фаза развития	Схема размещения растений и годовая норма азота, кг/га			
	60×19—1 175	60×19—1 250	90×13—1 175	90×13—1 250
Семядоли	709,0	628,0	636,0	597,0
Четыре-пять настоящих листьев	759,0	776,0	765,0	940,0
Бутонизация	1207,0	1235,0	1344,0	1260,0
Цветение	1017,0	1067,0	1310,0	1218,0
Плодообразование	1256,0	1949,0	1286,0	2056,0

К периоду образования на растении четырех-пяти настоящих листьев повышенный фон питания независимо от ширины междурядий способствует увеличению содержания пигментов в листьях. В последующие фазы

повышенный фон по сумме каротиноидов в целом уступает вариантам, где минеральные удобрения вносили в меньших количествах. Это объясняется увеличением листовой поверхности хлопчатника при усилении минерального питания, снижающего концентрацию каротиноидов в единице веса листьев. Следовательно, минеральные удобрения оказывают большое влияние на синтез каротиноидов уже с более раннего периода развития хлопчатника, стимулируя этим нарастание большой листовой поверхности.

Широкие междурядья играют важную роль в синтезе желтых пигментов. Как на низком, так и на высоком фоне питания при широких междурядьях сумма этих пигментов значительно повышается. При наличии у хлопчатника четырех-пяти настоящих листьев и широко-рядном посеве и равном питании сумма каротиноидов увеличилась на 58,6, при внесении повышенной нормы — на 71,6% по сравнению с узкорядным. Такие же различия наблюдались в период бутонизации и цветения. При схеме посева $90 \times 15-1$ с периода плодообразования сумма каротиноидов по сравнению с узкими междурядьями уменьшается. Однако интенсивность фотосинтеза у растений широкорядного посева имела более высокие показатели.

Данные об изменении каротиноидов в опыте 1967 г. в основном совпадают с результатами предыдущего года. С увеличением НРК до 250, 175, 85 кг/га в целом повышается сумма каротиноидов, особенно у растений широкорядного посева. В период бутонизации и цветения суммарное содержание этих пигментов выше, чем в фазу плодообразования, к созреванию наблюдается некоторое увеличение в содержании желтых пигментов.

Содержание хлорофиллов в листьях в опыте 1967 г. в основном аналогично данным 1966 г. Различия в содержании хлорофиллов более выражены в зависимости от ширины междурядья. Количество зеленых пигментов было наибольшим в листьях хлопчатника при широких междурядьях, причем на повышенном фоне питания (250 кг/га азота) накопление пигментов увеличивалось. При внесении высокой нормы минеральных удобрений накопление пигментов шло медленнее и лишь к началу созревания количество их было приблизительно таким же, как при внесении 250 кг/га азота.

На всех вариантах опыта с фазы бутонизации до фазы плодообразования сумма хлорофиллов снижалась и к началу созревания количество зеленых пигментов увеличивалось. Как известно, при благоприятных условиях среды в период завершения полного плодоношения у хлопчатника возобновляется вторичный рост, что связано с накоплением пигментов в листьях.

Это особенно характерно для растений узкорядного посева. По-видимому, у растений, находящихся в условиях худшей освещенности, неизрасходованные на создание урожая питательные вещества в большем количестве направляются в точки роста стебля.

Условия питания и ширина междурядья изменяют не только суммарное количество хлорофиллов, но и их фракционный состав. На фоне меньшей нормы удобрений в фазу бутонизации отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «б» выше, чем на повышенном фоне, причем наблюдается оно как в узкорядном, так и широкорядном посеве. Отношение хлорофиллов в этот период выражалось для растений узкорядного посева в 3,0, широкорядного — в 2,2. В последующие фазы на повышенном фоне удобрений отмечается увеличение отношения хлорофилла «а» к хлорофиллу «б». Для растений узкорядного посева это отношение повышалось в фазу цветения до 2,3 против 1,7 при меньшей норме удобрений, у растений широкорядного посева соответственно до 2,5 и 2,1, т. е. при широких междурядьях соотношение фракции хлорофилла «а» в суммарном содержании хлорофиллов листьев выше.

В период плодообразования и начале созревания отношение хлорофилла «а» к «б» между вариантами сохраняется довольно на высоком уровне и различия сглаживаются.

При внесении 400 кг/га азота отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «б» возрастает от фазы цветения к началу созревания.

В фазу цветения, плодообразования и начале созревания отношение хлорофиллов «а» к «б» составляло 2,1; 2,5 и 2,4 против 2,1; 2,4 и 2,2 у растений, получивших 250 кг/га азота при той же ширине междурядий.

Таким образом, в различные периоды развития растения по-разному реагируют на изменения условий питания и освещенности, в частности, это проявляется

в составе зеленых пигментов пластид листьев. Как известно, фотосинтетическая активность зеленых растений больше всего определяется хлорофиллом «а». В связи с этим обращает внимание повышение отношения хлорофилла «а» к хлорофиллу «б» в поздние периоды вегетации на фоне высокой нормы удобрений,

Как показали вегетационные опыты А. С. Ходжаева, М. Е. Рахманкуловой (1972), наиболее высокое отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «б» наблюдалось в листьях хлопчатника, выращиваемого в естественных условиях освещения на фоне одинарной и особенно двойной нормы NPK . Одновременно хлоропласты листьев этих растений отличались также наибольшей фотохимической активностью.

Следовательно, высокое отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «б», наблюдающееся при повышенной норме питания, а также увеличение содержания суммы зеленых пигментов в листьях растений при широких междурядьях указывают на усиление фотосинтетической способности хлопчатника.

Интенсивность фотосинтеза

Как известно, в ответ на условия внешней среды у растений меняется фотосинтетический аппарат и процесс усвоения углекислоты. По этим изменениям можно определить реакцию растений к условиям их возделывания.

В связи с этим в опыте изучалась интенсивность фотосинтеза по содержанию в верхних по главному стеблю листьях органического углерода. Изучение показало, что за редким исключением растения, находящиеся в условиях лучшей освещенности, во все сроки наблюдений имели более высокую интенсивность фотосинтеза.

Так, в фазе плодообразования интенсивность фотосинтеза у растений в широких междурядьях на фоне меньшей нормы удобрений составляла 163 мг углерода на 1 dm^2 листьев, а при узких — только 138 мг.

Выявлена зависимость интенсивности фотосинтеза от уровня минерального питания. В фазах цветения и плодообразования этот показатель при внесении

повышенной нормы удобрений увеличился у растений узкорядного посева на 4,2 и 14,5%, у растений широко-рядного — на 14,2 и 9,1% по сравнению с меньшей нормой удобрений. При этом абсолютные величины интенсивности фотосинтеза листьев у хлопчатника широко-рядного посева были более высокими.

Аналогичные изменения отмечались и в остальные фазы развития хлопчатника.

В опыте 1966 г. интенсивность фотосинтеза определялась с фазы семядолей. В эту фазу на повышенном фоне питания содержание органического углерода в листьях в зависимости от схемы размещения снизилось от 16,9 до 21,8%. Однако такое снижение проявляется по отношению к растениям узкорядного посева. У хлопчатника широко-рядного посева на повышенном фоне содержание органического углерода в листьях было несколько больше, чем на фоне меньшей нормы удобрений, но заметно уступало растениям узкорядного посева на низком фоне питания. Эти изменения связаны с неблагоприятным воздействием больших концентраций питательных элементов на молодые растения. В дальнейшем уже с фазы четырех-пяти настоящих листьев интенсивность фотосинтеза на повышенном фоне питания начинает повышаться.

Следует отметить, что в условиях широких междурядий и на фоне меньшей нормы удобрений фотосинтетическая способность листьев остается довольно высокой.

Результаты опыта 1967 г. показали, что процесс фотосинтеза у растений широко-рядного посева протекал так же ускоренно, как и в предыдущие годы. Например, в фазу цветения на низком и повышенных фонах растения широко-рядного посева содержали органического углерода соответственно на 8,6 и 3,1% больше, чем растения узкорядного посева. Отмеченная закономерность сохраняется и в остальных фазах развития хлопчатника.

На фоне 400 кг/га азота каждой единицей листовой поверхности вплоть до фазы цветения синтезировалось органического углерода меньше, чем при внесении 250 кг/га азота. С фазы плодообразования до начала созревания растения при такой обеспеченности почвы питательными элементами отличались повышенной фотосинтетической активностью.

Снижение интенсивности фотосинтеза при высокой норме минеральных удобрений следует объяснить не столько отрицательным действием их на физиологическую активность корневой системы хлопчатника в ранний период его развития, вследствие чего замедляется поступление в растение питательных элементов из почвы. Проводя опыты в строго контролируемых условиях (гидропоника) Е. А. Попова, Р. К. Трофимова, Н. Т. Мавжидова, Д. А. Джураева (1972) обнаружили снижение поступления питательных элементов из питательного раствора по мере увеличения его концентрации с 6 до 36 ммоль на 1 л раствора.

В условиях опыта 1966 и 1967 гг. в начале созревания по сравнению с предыдущей фазой в верхних листьях отмечалось увеличение содержания органического углерода. Это объясняется новой активизацией ростовых процессов («вторичный рост») в верхних листьях после того как основная масса коробочек уже вполне сформировалась и условия минерального питания, освещенности и температуры еще благоприятны для жизнедеятельности растений.

При достаточном количестве элементов питания в почве и их поступлении в растение в указанных условиях в физиологически активных листьях происходит усиление синтеза органических веществ, большей частью расходующихся на дальнейший рост вегетативных частей и образование новых плодовых органов.

В опыте 1968 г. интенсивность фотосинтеза у хлопчатника определяли по накоплению сухого вещества методом Сакса по декадам в период плодоношения хлопчатника в третьем-четвертом листах сверху по главному стеблю. При этом от света изолировали не только анализируемые листья, но и выбранные типичные растения в целом.

Данные опыта показали, что прирост сухого вещества на единицу листовой поверхности мало различается; прибыль сухого веса растений как широколинейного, так и узколинейного посева вплоть до 20 июня была равной. Однако в отдельные декады, особенно в фазу плодоношения, в листьях растений при широких междурядьях накапливалось больше органического вещества, чем при узких междурядьях. Наиболее высокая фотосинтетическая активность листьев отмечалась на фоне внесения

250 кг/га азота при схеме посева $90 \times 15-1$ и $90 \times 10,5-1$. Так, на 30 июля интенсивность фотосинтеза у хлопчатника, размещенного по схеме $90 \times 15-1$, была на 38,1 и 42,8% выше, чем у растений при узких междурядьях. При внесении высокой нормы минеральных удобрений растения фотосинтезируют наравне с растениями, получившими $\text{NPK } 250, 175$ и 85 кг/га.

Таким образом, с улучшением световых условий и особенно на фоне повышенных норм удобрений хлопчатник формирует не только большую площадь листьев, но и более интенсивно фотосинтезирующий листовой аппарат.

Интенсивность дыхания листьев хлопчатника

Ширина междурядий и уровень питания значительно сказываются на интенсивности дыхания листьев хлопчатника (табл. 23).

Т а б л и ц а 23

Интенсивность дыхания листьев хлопчатника
в зависимости от условий минерального питания
и ширины междурядья

мг CO_2 г/час (среднее из трех повторений)

(Данные Ж. Садырбаева, 1967 г.)

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Фаза развития				
		4-5 настоящих листьев	бутонизация	цветение	плодообразование	массовое плодообразование начало созревания
$60 \times 16-1$	175	0,92	0,66	1,32	1,76	1,76
$60 \times 16-1$	250	1,21	0,66	1,10	1,76	3,98
$90 \times 10,5-1$	175	1,10	0,88	0,99	1,32	1,00
$90 \times 10,5-1$	250	1,27	0,92	0,99	3,08	3,52
$90 \times 15-1$	400	0,48	0,66	0,99	2,30	4,84

Так, в фазу четырех-пяти настоящих листьев при повышенной норме удобрений дыхание увеличилось в среднем на 15,4—31,5% по сравнению с растениями, получившими меньшую норму.

Листья растений при широких междурядьях отличались большей интенсивностью дыхания. В фазу бутонизации количество выделяемой углекислоты при широких междурядьях повысилось на 33,3 и 39,3% в зависимости от фона питания. Усиление дыхания листьев при внесении 250 кг/га азота, особенно в широких междурядьях, свидетельствует о повышении жизнедеятельности растений, так как энергичное дыхание сопровождается усилением фотосинтеза.

С увеличением годовой нормы NPK до 400, 280 и 120 кг/га дыхание листьев до начала цветения было нормальным. Особенно резкое снижение выделения углекислоты наблюдается в фазах четырех-пяти настоящих листьев бутонизации, когда по сравнению с внесением 250 кг/га азота интенсивность дыхания листьев снизилась соответственно на 62,9 и 28,3%; в дальнейшем дыхание листьев повышалось особенно в фазу массового плодового образования — начала созревания. В это время на высоком фоне питания листья были зелеными, следовательно, физиологически активными. Поэтому усиление дыхания тканей листьев в этот период было связано с нарушением жизнедеятельности клеток, а с нарушением направленности их работы. В условиях гидропонного выращивания Х. С. Самиев, В. Г. Чесноков (1972) также обнаружили снижение интенсивности дыхания листьев при повышении концентрации питательного раствора с 3 до 6 ммоль на 1 л по азоту, фосфору и калию.

Таким образом, увеличение NPK до 250, 175 и 85 кг/га оказывает благоприятное действие на интенсивность дыхания листьев хлопчатника в течение вегетации; дальнейшее увеличение годовой нормы минеральных удобрений ослабляет дыхание в первый период вегетации, усиливая его в ходе дальнейшего роста и развития хлопчатника.

Приведенные данные показывают, что скорость фотосинтеза тесно связана с обеспеченностью растений элементами минерального питания и условиями освещенности в посевах. При внесении в почву азота, фосфора и калия нормой 250, 175 и 85 кг/га интенсивность фотосинтеза повышалась по сравнению с меньшей нормой NPK; скорость фотосинтеза при широких междурядьях была выше, чем при узких. При увеличении годовой нор

мы NPK 400, 280 и 120 кг/га интенсивность фотосинтеза в первой половине вегетации была такой же, как и при внесении 250 кг/га азота и выше в процессе дальнейшего роста и развития хлопчатника.

Таким образом, применение повышенных норм минеральных удобрений наиболее целесообразно при широкорядных посевах, где в результате большей освещенности и температуры создаются лучшие условия для ускорения фотосинтеза.

Накопление органического вещества

Результаты по накоплению органического вещества по фазам развития хлопчатника, полученные в опытах 1966—1968 гг., в основном совпадают. В самые ранние периоды развития хлопчатника повышенные нормы питания несколько сдерживали накопление органического вещества. В опыте 1968 г. снижение веса сухой массы одного растения в фазу семядольных листочков составляло от 10,9 до 14,8% в зависимости от нормы удобрений.

На повышенном фоне внесения удобрений растения в дальнейшем интенсивно потребляют питательные вещества, масса значительно увеличивается по сравнению с растениями, получившими меньшую норму удобрений (табл. 24).

Наиболее резкие различия в весе сухого вещества проявляются с бутонизации и начала цветения. При высокой норме NPK растения еще продолжают отставать в накоплении сухого вещества, и лишь с фазы цветения у них ускоряется рост, развитие и накопление сухой массы надземных органов.

В опытах И. Харпера (I. Harper, 1971) соя обладала максимальной скоростью роста при $\frac{1}{4}$ нормы питательного раствора, минимально — при двух нормах. С периода цветения рост и поглощение питательных элементов резко увеличивались. В опытах Е. А. Поповой и Х. С. Самиева (1970) также отмечалось подавление роста главного стебля и листовой поверхности хлопчатника при избыточном содержании азота в субстрате.

Широкие междурядья положительно сказались на образовании растениями органического вещества. Как на обычном, так и на повышенном фоне питания при

Влияние норм минеральных удобрений и ширины междурядья на накопление сухой массы хлопчатника по фазам развития, г/ растение

Опыт 1968 г.

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Лист	Стебель	Плодоэлементы	Всего
Семядоли					
60×16-1	175	0,097	0,087	—	0,184
60×16-1	250	0,092	0,072	—	0,164
90×10,5-1	175	0,087	0,076	—	0,163
90×10,5-1	250	0,087	0,088	—	0,146
90×15-1	400	0,074	0,065	—	0,139
Четыре-пять настоящих листьев					
60×16-1	175	0,255	0,184		0,439
60×16-1	250	0,309	0,186		0,495
95×10,5-1	175	0,299	0,184		0,483
90×10,5-1	250	0,362	0,204		0,568
90×15-1	400	0,324	0,163		0,487
Бутонизация					
60×16-1	175	1,7	1,5	0,15	3,350
60×16-1	250	1,8	1,6	0,14	3,540
90×10,5-1	175	1,9	1,8	0,14	3,840
90×10,5-1	250	1,8	1,8	0,12	3,720
90×15-1	400	1,8	1,7	0,12	3,620
Цветение					
60×16-1	175	9,7	8,8	3,24	21,740
60×16-1	250	10,0	9,9	3,90	23,800
90×10,5-1	175	11,4	12,2	3,90	27,500
90×10,5-1	250	11,8	13,6	4,40	29,800
90×15-1	400	11,7	12,9	3,94	28,540
Созревание*					
60×16-1	175	20,0	16,4	49,0	85,4
60×16-1	250	22,4	18,0	59,0	99,4
90×10,5-1	175	24,2	19,0	66,0	109,2
90×10,5-1	250	27,0	20,9	72,0	119,9
90×15-1	400	28,9	24,0	78,0	130,9

* Вес коробочек со створками.

широких междурядьях интенсивность накопления веса надземных органов была заметно высокой. В этих условиях вес сухой массы надземных органов от фазы

семядолей к фазе четырех-пяти настоящих листьев увеличился в 2,9 и 3,9 раза против 2,4 в узких междурядьях. С фазы бутонизации до фазы цветения в ширококорядных посевах вес сухого вещества каждого растения возрос в 7,2—8 раз, в узких междурядьях — в 6,5—6,4 раза. С повышением нормы азота до 250 кг/га вес листьев, стеблей и плодоорганов хлопчатника увеличивается. Однако наибольший вес этих органов отмечается у растений ширококорядного посева. Общий вес растений к концу вегетации в этих посевах увеличивается от 8,5 до 20,6% по отношению к узким междурядьям.

При высокой норме удобрений вес сухой массы растений до фазы цветения находится, примерно, на уровне внесения повышенной нормы. В конце вегетации растения на высоком фоне питания накапливают большее количество сухого вещества, при этом наблюдается повышение веса вегетативных и генеративных органов. Общий вес одного растения на данном фоне питания в фазу созревания повышается от 9 до 13% по сравнению с внесением 250 кг/га азота. На урожай же хлопка-сырца высокая норма (400 кг/га) азота отразилась мало. Вес сырца поздно формируемых молодых плодоорганов недостаточно повышает общий урожай. К этому следует добавить, что часть этих плодоорганов опадает под воздействием дефолиации.

Таким образом, минеральные удобрения в норме $\text{NPK } 250, 175 \text{ и } 85 \text{ кг/га}$ особенно заметно в ширококорядном посеве стимулируют накопление растениями сухого вещества, в том числе вес плодоорганов. Внесение более высоких норм удобрений вначале несколько задерживает темп образования органического вещества; в дальнейшем наблюдается усиление этого процесса; к концу вегетации растения на этом фоне набирают большую надземную массу в ущерб урожаю.

ГЛАВА VII

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ПИТАНИЯ И ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДЬЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ХЛОПЧАТНИКА

Рост и развитие хлопчатника

Результаты опытов показали, что с увеличением годовых норм NPK несколько снижается энергия прорастания семян хлопчатника.

Так, при учете 23—27 апреля 1968 г. в вариантах, где 70% азота от годовой нормы 250 кг/га вносилось перед посевом, количество взошедших растений составило 64,2 и 84,5% от уровня допосевого внесения 70% азота из годовой нормы 175 кг/га. Там, где до посева вносилась такая же доля от годовой нормы азота 400 кг/га, задержка в появлении всходов была более значительной — 44,3 и 73,8%. В опыте 1970 г. число взошедших растений на 20 и 23 апреля было на 24% меньше, чем при внесении 250 кг/га азота. При годовой норме 250 кг/га азота появление всходов в короткое время достигает величин, соответствующих внесению меньшей нормы удобрений, в дальнейшем на таком фоне ускоряются ростовые процессы и темп образования настоящих листьев с некоторым преимуществом растений ширококорядного посева. Наиболее четко различия между вариантами наступают с началом цветения. Данные опыта 1967 г. показали, что высота главного стебля хлопчатника на 1 июля при узких междурядьях на низком фоне питания составляла 45,0 см, на повышенном — 51,2 см, по учету на 1 августа соответственно 62,7 и 79,4 см. Растения ширококорядного посева отличались большим ростом главного стебля. Так, на 1 июля и 1 августа при тех же фонах питания высота главного стебля составляла 79,4 и 81,9 см. В опыте 1969 г. рост глав-

ного стебля хлопчатника на повышенном фоне питания составлял на 1 сентября при узких междурядьях 87,1, при широких — 98,8 см.

При внесении высокой нормы азота наблюдается некоторое отставание растений в росте вплоть до цветения, в дальнейшем усиливается рост главного стебля, моноподиальных и симподиальных ветвей и общей массы надземных органов. Так, высота главного стебля на данном фоне питания была на 1 июля 40,1 и 44,9 см (опыты 1968, 1969 гг.) против 41,9 и 46,3 см при внесении повышенной нормы удобрений. Позже на высоком фоне ростовые процессы активизируются. По учету на 1 августа 1968 г. длина главного стебля достигала 89,5 при 87,1 см на повышенном фоне питания, 1 сентября 1969 г. — соответственно 101,6 и 98,4 см.

Влияние широких междурядий начинает проявляться еще до начала бутонизации — со времени появления пяти-шести настоящих листочков. Например, в начале бутонизации число настоящих листьев в узких междурядьях на фоне меньшей нормы было 7,5, на повышенной — 7,8 штук, в широких междурядьях растения имели по 8,3 настоящих листочка. Более интенсивное образование настоящих листьев у растений в ширококормном посе- ве, по-видимому, связано с наличием большей площади питания.

Хлопчатник при широких междурядьях образует несколько больше плодовых ветвей при одновременном снижении закладки первого симподия. Количество симподий на повышенном фоне питания увеличивается, первая плодовая ветвь на главном стебле появляется на более низких узлах. Соответственно меняется и длина симподий. Так, на повышенном фоне питания у растений при узких междурядьях длина третьего симподия составляла 11,1; 6—10,5; 9 и 12-го 2,6 и 1,0 см, в широких междурядьях соответственно 11,2; 13,9; 4,0 и 1,1 см. На фоне меньшей нормы удобрений длина симподиальных ветвей была короче, чем на повышенном фоне, т. е. растения, размещенные при широких междурядьях, развивают более длинные симподии на всем протяжении главного стебля. Однако это не ухудшает условия освещенности в рядках по сравнению с узкими междурядьями.

Характерной особенностью широких междурядий является также увеличение расстояния между плодами

(средняя длина междоузлий) на симподиальной ветке. Средняя длина междоузлий хлопчатника узкорядного посева (повышенный фон удобрений) составляла для 3, 6, 9 и 12 симподий 5,1; 4,7; 1,8 и 1,0 см, широкорядного — 5,3; 5,9; 2,5 и 1,0. Увеличение расстояния между плодозементами на симподии не оказало отрицательного влияния на их питание.

Следовательно, при внесении повышенной нормы удобрений в широкие междурядья усиливается рост и развитие растений; при внесении высокой нормы ростовые процессы несколько замедляются в ранних фазах развития хлопчатника.

Наступление основных фаз развития хлопчатника
Благоприятный питательный и световой режим, создаваемый путем внесения повышенных норм минеральных удобрений и применения широких междурядий, обеспечивал ускорение прохождения фаз развития хлопчатника.

Например, в опыте 1966 г. на повышенном фоне питания при узких междурядьях на 10 июня бутонизировало 47,3, а при внесении меньшей нормы удобрений — 39,3% растений. В тех же условиях питания широкие междурядья обеспечивали более высокий темп бутонизации, чем узкие междурядья, который составлял в зависимости от норм удобрений 66,0 и 47,5%. Таким образом, повышенная норма удобрений при узких междурядьях в сравнении с низкой нормой ускоряет наступление бутонизации на 8%; увеличение нормы удобрений при широких междурядьях в сравнении с узкими ускоряет наступление бутонизации на 18,7%; при меньшей норме же удобрений бутонизация ускоряется на 8,2%. В остальные годы опыта подобная закономерность сохраняется при тех или иных колебаниях цифровых величин. Хотя различия в наступлении фазы бутонизации незначительны, данные с большей достоверностью показали, что относительно фазы бутонизации повышенные нормы удобрений в широких междурядьях являются более эффективными, чем в узких междурядьях. Однако при дальнейшем увеличении нормы минеральных удобрений до 400 кг/га азота, по нашим данным, задерживается наступление бутонизации.

Фенологические наблюдения показали, что незначительное ускорение в наступлении фазы цветения достига-

ется при увеличении нормы удобрений, особенно в широких междурядьях.

Так, на фоне меньшей нормы удобрений ускорение наступления фазы цветения составляло 8,7%, на повышенном соответственно—10,0. Примерно такие же результаты отмечались и в других опытах.

По наступлению фазы созревания наблюдается аналогичная закономерность. При внесении высокой нормы удобрений созревание хлопчатника, как и наступление предыдущих фаз, несколько замедляется (табл. 25).

Т а б л и ц а 25

Наступление созревания хлопчатника в зависимости от условий питания и ширины междурядий, %

Год	Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Дата наблюдения		
	6.IX	12.IX	17.IX		
1968	60×16—1	175	2,0	47,0	70,0
	60×16—1	250	2,6	52,0	80,6
	90×10,5—1	175	10,0	57,0	72,0
	90×10,5—1	250	15,3	60,0	76,6
	90×15—1	250	22,6	67,3	90,0
	90×15—1	400	16,0	66,6	74,6
	22.IX	27.IX	6.X		
1969	60×16—1	250	10,0	14,6	38,6
	90×10,5—1	250	29,3	43,3	67,3
	90×15—1	250	24,0	32,0	64,0
	90×15—1	400	14,6	26,6	59,3

Раскрытие коробочек в процентах от общего их накопления в зависимости от условий опыта изменялось мало. В большинстве случаев отмечается тенденция к снижению процента раскрытия коробочек с повышением нормы минеральных удобрений. Так, при нормах азота 175 и 250 кг/га в узких междурядьях на 30 августа в среднем на одном растении раскрылось соответственно 15,5 и 14,5%, на тех же фонах в широких междурядьях — 10,7 и 12,8%. Это происходит оттого, что с усилением питания и расширением междурядья количество коробочек увеличивается, в связи с чем процент раскрытия их снижается.

Учет раскрытия коробочек в абсолютном исчислении (табл. 26) показывает, что при повышенном питании в среднем на каждом растении увеличивается количество раскрывшихся коробочек, особенно в широких междурядьях. Например, при внесении 175 и 250 кг/га азота в узкие междурядья раскрылось соответственно 2,2 и 2,5 коробочки, на таких же фонах широких междурядий (схема посева 90×10,5—1) количество раскрывшихся коробочек составляло 2,7 и 3,2. Такая же динамика раск-

Таблица 26

Динамика раскрытия коробочек у хлопчатника
(среднее на одно растение)

Год	Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Количество раскрытых коробочек			
1966	5.IX	10.IX	15.IX	20.IX		
	60×16—1	175	1,09	1,4	1,8	3,2
	60×16—1	250	1,5	1,6	2,2	3,3
	90×10,5—1	175	0,9	1,1	1,6	2,9
	90×10,5—1	250	1,6	1,9	2,3	3,4
1967	30.VIII	6.IX	12.IX			
	60×16—1	175	1,1	2,2	3,2	
	60×16—1	250	1,2	2,5	3,7	
	90×10,5—1	250	1,5	3,2	4,4	
	90×10,5—1	175	1,1	2,7	5,0	
1968	90×15—1	400	1,2	3,0	4,6	
	12.IX	22.IX				
	60×16—1	175	1,3	4,1		
	60×16—1	250	0,9	3,7		
	90×10,5—1	175	1,5	4,1		
1969	90×10,5—1	250	1,6	4,6		
	90×15—1	250	1,7	4,9		
	90×15—1	400	1,2	4,0		
	12.IX	22.IX	6.X			
	60×16—1	250		0,11	0,8	
1970	90×10,5—1	250	0,06	0,46	2,2	
	90×15—1	250	0,05	0,34	1,9	
	90×15—1	400	0	0,20	1,4	
	4.IX	14.IX	24.IX			
	90×15—1	250	0,6	3,5	7,2	
	90×15—1	400	0,5	2,1	6,3	

рытия коробочек наблюдалась при схеме размещения растений $90 \times 15-1$. Таким образом, в широких междурядьях при внесении меньшей и повышенной норм удобрений количество раскрывшихся коробочек увеличивается на 0,5—0,7 шт. по сравнению с узкими междурядьями. На фоне высокой годовой нормы минеральных удобрений темп раскрытия коробочек несколько отстает от растений, выращиваемых на повышенном фоне.

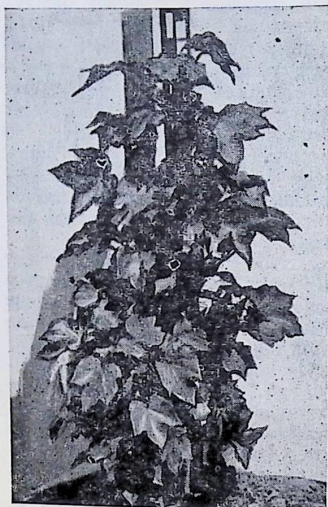
Из вышеизложенного следует, что усиление питания до 250 кг/га азота, 175 кг/га фосфора и 85 кг/га калия, особенно в условиях широких междурядий, оказывает положительное влияние на наступление и прохождение фаз развития хлопчатника.

Накопление плодоеlementов у хлопчатника. По мере увеличения норм минеральных удобрений повышается количество образующихся плодоеlementов, в том числе коробочек. Так, по данным (среднее за четыре года), на фоне внесения повышенной нормы удобрений (табл. 27) количество образовавшихся коробочек в узких междурядьях составило 8,6 шт., при 7,8 на фоне меньшей нормы. Однако число плодоеlementов, как и полноценных коробочек, увеличивается, если усиление питания осуществляется при широких междурядьях. В этом случае на повышенном фоне питания количество коробочек возрас-

Таблица 27

Влияние условий возделывания на образование плодоеlementов у хлопчатника, шт.
(среднее на 1966—1970 гг.)

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Образовалось всего	Сохранилось всего	В том числе			Опадение в % к числу	
				коробочек	симподиях	моноподиях	сохранившихся плодоеlementов	сохранившихся коробочек
$60 \times 16-1$	175	26,8	8,3	7,8	7,3	0,5	69,4	70,9
$60 \times 16-1$	250	28,7	10,9	8,6	8,0	0,6	62,1	70,1
$90 \times 10,5-1$	175	29,9	10,3	9,8	8,9	0,9	65,5	67,3
$90 \times 10,5-1$	250	34,4	14,2	11,4	10,9	1,5	58,8	66,9
$90 \times 15-1$	250	36,1	15,2	12,3	10,6	1,7	55,8	65,9
$90 \times 15-1$	400	37,5	16,3	13,2	11,3	1,9	56,6	64,8



куст хлопчатника в узких (60 см) междурядьях в фазе плодообразования.

тает до 11,4 шт., при 9,8 на фоне меньшей нормы. Еще больший прирост плодозлементов, включая коробочки, наблюдается при схеме размещения растений $90 \times 15-1$.

Таким образом, в среднем за 1966—1970 гг. от увеличения нормы NPK до 250—175—85 кг/га число коробочек возросло в узких междурядьях на 0,8 шт., в широких — на 1,6 шт. При равных условиях питания в широких междурядьях обеспечивается более высокое накопление коробочек. При одинаковой густоте (100 тыс. растений) на меньшем и повышенных фонах удобрений растения

широкорядного посева накапливали на 2 и 2,8 коробочек больше, чем растения узкорядного посева. На повышенном фоне широкорядный посев с густотой 80 тыс. растений на 1 га опережает растения узкорядного посева более чем на три коробочки. Такое же большое накопление плодозлементов наблюдается на фоне высокой нормы минеральных удобрений. Аналогичная картина наблюдалась и на фоне повышенной нормы удобрений.

При внесении повышенной и высокой норм удобрений и схеме посева $90 \times 15-1$ опадение сократилось соответственно на 5,0 и 6,1% по сравнению с узкими междурядьями и внесением меньшей нормы минеральных удобрений. Отмечающееся снижение опадения имеет существенное значение, так как в зависимости от условий

возделывания число сохранившихся коробочек хлопчатника заметно меняется. Не менее важно и то, что при усилении питания в широких междурядьях из-за благоприятного освещения завязывание коробочек происходит более интенсивно, соответственно в них коробочек раннего формирования больше, чем в узких междурядьях; в последних из-за ухудшения условий освещенности закладка части плодовых органов переносится в верхние ярусы куста, которые, как известно, подвержены опадению или дают низкий, плохого качества урожай. Подтверждением чему может служить учет динамики накопления коробочек у хлопчатника (табл. 28). За одно и то же учетное время на повышенном фоне питания в узких междурядьях накапливалось от 0,4 до 0,7 коробочек. Такое же увеличение количества коробочек было характерно и для растений, выращенных в широких междурядьях, но последние отличались более высоким приростом коробочек в единицу времени. На фоне меньшей нормы удобрений в широких междурядьях растения за учетное время образовали на 0,4—2 коробочки больше, чем в условиях узкорядного посева. Такой же прирост числа коробочек отмечался и на повышенном фоне питания, т. е. в широкорядных посевах темп образования коробочек усиливается при увеличении общего числа коробочек. Таким образом, рас-



Куст хлопчатника в широких (90 см) междурядьях в фазу плодообразования.

Динамика накопления коробочек у хлопчатника, шт.
(Среднее на одно растение за 1966—1967 гг.)

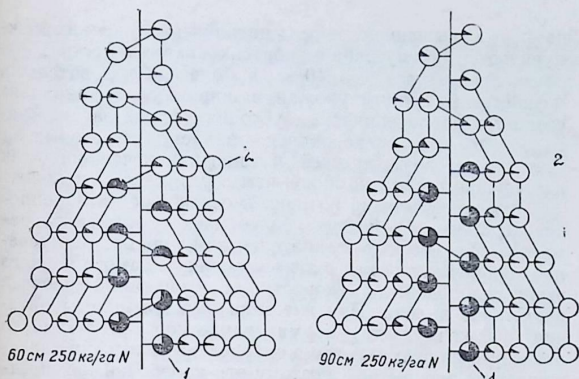
Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Дата наблюдения					
		10.VII	18.VII	28.VII	10.VIII	17.VIII	10.IX
60×16—1	175	0,9	2,1	4,4	6,5	7,4	7,8
60×16—1	250	1,3	2,6	4,8	7,1	8,0	8,5
90×10,5—1	175	1,3	2,9	5,8	8,6	9,8	9,8
90×10,5—1	250	1,5	3,1	5,9	9,0	10,6	11,5
90×15—1	400	1,7	3,3	6,8	9,8	10,7	12,5

тения в условиях широких междурядий образуют большее число коробочек.

Следует отметить, что к концу июля растения в основном накапливали более 50 % коробочек от уровня полного их формирования, но в случае более свободного размещения (схема посева 90×50—1) и применения повышенных норм минеральных удобрений период формирования коробочек несколько растягивался. Так, при внесении 175 и 250 кг/га азота в узкие междурядья на 17 августа накопилось 94,8 и 94,1 % коробочек, в широких — 100 и 96,4 %, а на высоком фоне к этому времени образовалось всего лишь 86,2 % коробочек. Следовательно, в широких междурядьях на повышенном фоне удобрений создаются лучшие условия для раннего формирования коробочек, имеющих наибольшую хозяйственную ценность.

Представляет интерес учет плодоношения по конусам и ярусам куста.

Полученные результаты по годам между собой сходны. В узких междурядьях на всех ярусах коробочек накапливалось меньше, чем в широких междурядьях. С усилением питания число коробочек повышалось при заметном преимуществе широкорядного посева над узкорядным. Так, в опыте 1968 г. при меньшей норме питания в узких междурядьях накопилось на первом конусе 67,5, на втором — 46,4, на третьем — 24,7 %, в широких междурядьях соответственно — 71,5, 47,0 и 37,8 % коробочек, или на 6,0—13,0 % больше, чем у растений при узких междурядьях.



Накопление коробочек по конусам плодоношения хлопчатника в зависимости от ширины междурядья, % от общего числа плодo-элементов:

1 — накопление; 2 — опадение.

На фоне повышенной нормы удобрений в узких междурядьях накопилось на первом конусе 77,0, втором — 48,2 и третьем — 30,3% коробочки, в то время как в широких междурядьях на тех же конусах было накоплено 79,5; 61,8 и 43,6% коробочек, или на 2,5; 13,6 и 13,0% больше.

Особенно наглядно значение накопления коробочек на внутренних конусах видно из следующего примера.

Если взять сохранившиеся коробочки первых трех конусов у контроля (60 см междурядья, 175 кг/га азота) в среднем за 3 года за 100%, то при этих же междурядьях, но на фоне внесения 250 кг/га азота, количество сохранившихся коробочек увеличилось лишь на 9,5%, тогда как в широкорядных посевах при прочих равных условиях оно повысилось до 32,2%.

Из вышеприведенного следует, что между вариантами нет различий, если рассмотреть опадение в процентах от общего количества плодoэлементов, но они становятся существенными, если учитывать опадение отдельно по конусам. Учет, проведенный таким путем, показал, что

на фоне повышенной нормы питания и в широких междурядьях на внутренних конусах сохраняемость коробочек возрастает до 10% и более. Следовательно, хозяйственно ценный урожай в широких междурядьях создается в благоприятных условиях среды за счет рано образовавшихся коробочек, опадаемость которых за счет лучших возможностей питания как почвенного, так и воздушного заметно ниже, чем в узких междурядьях.

Хотя при усилении питания и освещенности накопление коробочек происходит более продолжительное время, это не оказывает отрицательного влияния на созревание коробочек, так как в этих условиях с самого раннего этапа плодоношения скорость образования коробочек достаточно высока. При внесении высокой нормы питания (400 кг/га азота) формирование коробочек заметно растянуто по времени, что в определенной степени задерживает их раскрытие, поэтому эти коробочки как позднего формирования будучи неполновесными существенно не влияют на урожай хлопка-сырца.

Анализы подтвердили, что, чем больше молодые завязи содержат питательных веществ, тем больше сохраняется плодоеlementов. Как было отмечено выше, на фоне повышенной нормы питания в обоих междурядьях на втором и третьем конусах сохраняемость коробочек повышается. При равных условиях питания у растений широкорядного посева сохраняемость коробочек выше по отношению к узким междурядьям. Так, в опыте 1967 г. при внесении 175 кг/га азота в широкие междурядья на втором и третьем конусах сохранение коробочек повышалось на 13,4 и 9,3% по сравнению с узкими междурядьями; на повышенном фоне и размещении растений по схеме $90 \times 10,5-1$ оно увеличилось на 17,5 и 11,0%, т. е. чем выше уровень питания, тем выше сохраняемость коробочек на тех или иных конусах плодоношения.

На основании лабораторных анализов и соответствующего учета следует, что накопление и сохранение коробочек тесно связано с их обеспеченностью питательными веществами. При этом широкие междурядья имеют значительное превосходство над узкими в накоплении коробочек на внутренних конусах.

Аналогичные изменения в пользу широких междурядий отмечались и в отношении накопления коробочек по ярусам.

Созревание коробочек по конусам. Усиление питания и широкие междурядья оказали положительное влияние на раскрытие коробочек хлопчатника. Так, в опыте 1966 г. на повышенном фоне питания в узких междурядьях раскрылось на первом, втором и третьем конусах соответственно на 8,0; 17,9; 10,0% больше, чем при внесении меньшей нормы. Широкие междурядья по проценту раскрытия коробочек на конусах превосходят узкие. Незначительное снижение в раскрытии коробочек, наблюдаемое на первом конусе широкорядных растений в опытах 1966 и 1967 гг., связано с более высоким набором коробочек у них. На фоне внесения высокой нормы минеральных удобрений имело место некоторое отставание в темпе раскрытия коробочек.

Таким образом, усиление питания до 250 кг/га азота при принятом соотношении фосфора и калия, особенно в широких междурядьях, способствует дружному раскрытию коробочек. Дальнейшее увеличение нормы минеральных удобрений не приводило к ускорению темпа раскрытия коробочек по конусам.

Продуктивность растений

Как показали многолетние опыты, повышенная норма минеральных удобрений, а также освещенность являются мощными факторами в накоплении урожая хлопка-сырца (табл. 29).

В среднем за три года (1966—1968) в узких меж-

Т а б л и ц а 29

Урожай хлопка-сырца в среднем за 1966—1968 гг.
и 1966—1970 гг., ц/га

Вариант	Годовая норма азота, кг/га	1966—1968 гг.				1966—1970 гг.			
		общий	доморо- зный	прибавка	md	общий	доморо- зный	прибавка	md
60×16—1	175	37,9	31,8	—	—	Не испытывался			
60×16—1	250	41,6	33,9	3,7	0,27	39,1	30,6	—	—
90×10,5—1	175	40,4	33,3	2,5	0,24	Не испытывался			
90×10,5—1	250	43,6	34,1	5,7	1,9	41,3	32,2	3,4	0,5
90×16—1	250	45,9	32,7	8,0	2,1	44,1	36,3	6,3	1,0
90×15—1	400	41,7	34,6	3,8	0,84	42,6	36,0	4,9	0,9

дурядьях при внесении 250 кг/га азота было получено на 3,7 ц/га общего и 2,1 ц/га доморозного хлопка-сырца больше, чем при внесении 175 кг/га азота. В широких междурядьях ($90 \times 10,5-1$) количество общего и доморозного урожая хлопка-сырца по сравнению с меньшей нормой увеличилось на 3,2 и 0,8 ц/га. Следовательно с увеличением нормы минеральных удобрений повышается продуктивность хлопчатника как при узких, так при широких междурядьях. Однако влияние ширины междурядий на продуктивность растений значительно возрастает. Так, на меньшем фоне удобрений в широких междурядьях в среднем за 1966—1968 гг. урожай составил 40,4 ц/га, или по сбору общего и доморозного урожая на 2,5 и 1,5 ц/га превышает урожай, полученный при узких междурядьях.

С увеличением годовой нормы азота до 250 кг/га общий урожай в широких междурядьях составил 43,6 ц/га против 41,6 ц/га в узких.

Такие же закономерности сохранились по итогам за 1966—1970 гг. При повышенной годовой норме удобрений в широких междурядьях общая прибавка урожая хлопка-сырца составила 3,4, в том числе доморозного 1,6 ц/га по сравнению с узкими междурядьями. Некоторое снижение среднего общего урожая 1966—1970 гг. объясняется неблагоприятными погодными условиями 1969 г.

Таким образом, при узких междурядьях с густотой стояния растений в пределах 100 тыс. и при увеличении нормы азота от 175 до 250 кг/га получена прибавка хлопка-сырца до 3,7 ц/га при урожае 41,6 ц/га. Такое же внесение удобрений в широкие междурядья повысило урожай на 3,2 ц/га при общем урожае 43,6. Только за счет расширения междурядья на меньшем фоне в среднем за 1966—1968 гг. получено хлопка-сырца дополнительно 2,5 ц/га; на повышенном фоне за 1966—1970 гг. — 3,4 ц/га.

Из вышеприведенных данных видно, что наибольший урожай был получен при размещении хлопчатника по схеме $90 \times 15-1$ с внесением повышенной годовой нормы удобрений, где в среднем за 1966—1968 гг. общий урожай составил 45,9 ц/га, т. е. на 2,3 ц/га больше, чем по схеме $90 \times 10,5-1$. Такое же превышение в урожае отмечалось по итогам за 1966—1970 гг.

Растения, размещенные по схеме $90 \times 10,5-1$, превосходили по урожаю (на $6-8$ ц/га) растения, возделываемые по схеме $60 \times 16-1$.

На фоне высокой нормы удобрений, по сравнению с повышенной, урожайность хлопчатника снижается. Это снижение по отношению к широким междурядьям составляло в среднем за 1966—1968 гг. от 1,9 до 4,0 ц/га в зависимости от размещения растений в рядах. Урожай хлопка-сырца на высоком фоне питания по сравнению с узкорядным посевом несколько повышается.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что более высокая продуктивность хлопчатника обеспечивается в широкорядном посеве с расстоянием междугнездий в 15 см при годовой норме $NPK\ 250, 175$ и 85 кг/га.

Формирование семян и технологические качества хлопкового волокна

Влияние широких междурядий на формирование семян и технологические качества хлопкового волокна остаются малоизученными. Имеющиеся работы затрагивают вопросы, главным образом, о весе сырца с одной коробочки и изменении длины хлопкового волокна под влиянием широких междурядий. По этим показателям широкорядные посевы имели преимущество или во всяком случае не уступали узкорядным посевам.

Как показывают данные, полученные в наших опытах, широкие междурядья и минеральные удобрения сказались различно на весе хлопка-сырца, количестве и абсолютном весе семян. При принятых нормах минеральных удобрений с расширением междурядий увеличивается вес сырца в коробочках как на первых, так и вторых местах по симподиальной ветке.

Увеличение веса сырца в коробочках растений широкорядного посева происходило на первых местах за счет увеличения размеров семян, на вторых — за счет увеличения количественного их содержания.

При широких междурядьях, где выше освещенность, вес хлопка-сырца увеличивается как в коробочках средних, так и верхних ярусов куста хлопчатника. Аналогичная закономерность наблюдается и по показателям абсолютного веса 1000 шт. семян. Это указывает на

благоприятные условия для формирования коробочек при широких междурядьях.

В лаборатории технологии хлопкового волокна Института экспериментальной биологии растений АН УзССР П. Я. Поповой анализировались вес хлопка-сырца одной коробочки и выход волокна по срокам сбора урожая хлопка-сырца в зависимости от питания и ширины междурядья. По ее данным, с увеличением норм минеральных удобрений по азоту от 175 до 250 кг/га средний вес хлопка-сырца в одной коробочке несколько повышается. При внесении высокой нормы удобрений вес хлопка-сырца с одной коробочки остается на уровне внесения 250 кг/га азота.

В условиях широкорядного способа возделывания хлопчатника отмечается более значительное (от 0,2 до 0,4 г) увеличение веса сырца одной коробочки. Это же характерно и для выхода волокна. У растений широкорядного посева выход волокна повышается на 0,2–0,4%.

При широких междурядьях средняя длина волокна от сырца первых двух сборов увеличивалась от 0,4 до 0,7 мм.

Другие технологические показатели, как, например, прочность и зрелость волокна, в зависимости от ширины междурядий и норм удобрений почти не менялись.

В опыте, выполненном И. П. Лакаткиным и В. П. Соловьевым (1969), значительное место уделялось изучению биологии формирования семян. Определялся абсолютно сухой вес зародышей семян 30, 50 и 70-дневного возраста с коробочек первого места, второго, пятого и восьмого симподий. Выявлено, что вес зародышей меняется в зависимости от возраста и местоположения коробочек. На всех взятых симподиях сухой вес зародышей повышается от семян 30-дневного возраста к 70-дневным. Наибольшее накопление веса зародышей отмечалось у семян с коробочек второго симподия, на последующих симподиях вес зародышей снижался. Повышенный фон питания способствует увеличению веса зародышей. При широких междурядьях этот показатель заметно выше, чем в узких. Так, вес 100 зародышей семян 30-дневного возраста с коробочек второй симподиальной ветки в узкорядном посеве на повышенном фоне удобрений составлял 2,1 и 2,2 г, в широкорядном — 2,8 и 2,6 г. Преиму-

щество широких междурядий сохраняется и для семян с коробочек других симподий.

В условиях широких междурядий, количество незрелых семян в коробочках снижается. Так, при норме азота 250 кг/га в узких междурядьях незрелых семян в коробочке восьмого симподия было 20,0%, при широких — только 4,0%.

В отличие от узкорядного посева семена с растений широкорядного посева обладают более высоким удельным весом. При внесении меньшей нормы удобрений удельный вес семян коробочек первого места на пятом симподии составил у растений с 60 см междурядьями 1,084, с 90 см — 1,093 г, на повышенном фоне соответственно 1,082 и 1,098.

Под влиянием широких междурядий наблюдается некоторое увеличение размера семян. Отношение ядра к кожуре семян при широких междурядьях составляет 1,3 против 1,2 в узких (С. Х. Юлдашев, М. Назаров, 1971). Следовательно, в широких междурядьях увеличение веса семян происходит за счет усиления роста массы зародышей. Энергия прорастания семян из коробочек растений широкорядного посева по сравнению с узкими междурядьями увеличивается, в связи с чем количество проросших семян повышается.

И. П. Лакаткиным изучалась также динамика накопления жира в зародышах семян. Результаты показали, что при широкорядном посеве создаются лучшие условия для накопления жира в зародышах семян. С повышением норм минеральных удобрений содержание жира в семенах не изменялось, однако, с усилением минерального питания при широких междурядьях процент жира увеличился по отношению к одновозрастным зародышам в узкорядном посеве. Одной из особенностей формирования семян коробочек у растений широкорядного посева является также интенсивность отдачи воды семенами, что способствует более усиленному накоплению сухого вещества и раскрытию коробочек по сравнению с узкими междурядьями.

Таким образом, одним из условий формирования высококачественных семян является размещение хлопчатника при широких междурядьях. В этих условиях семена формируются с большим абсолютным и удельным весом, повышается накопление сухого вещества в зародышах

семян, увеличивается процентное содержание жира в них.

При широких междурядьях выход хлопка-сырца в коробочках и длина хлопкового волокна по сравнению с узкими междурядьями повышаются, при этом крепость и метрический номер волокна не снижаются.

Экономическая эффективность широкорядных посевов

Изучение показало, что с повышением норм минеральных удобрений возрастает количество азота, расходуемого на единицу урожая; в условиях широких междурядий единица урожая создается при несколько меньшем расходе азота (табл. 30).

Таблица 30

Окупаемость минеральных удобрений урожаем
хлопка-сырца
(среднее за 1966—1968 гг.)

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Хлопок-сырец (кг/га), полученный за счет азота	Расход азота на одну тонну хлопка-сырца, кг	Отклонения от контроля, кг
60×16—1	175	21,7	46,0	—
60×16—1	250	16,5	61,0	+ 15
90×10,5—1	175	23,1	43,0	—3,0
90×10,5—1	250	17,5	57,0	+11,0
90×15—1	250	18,3	55,0	+9,0
90×15—1	400	10,2	98,0	+52,0

В случае внесения 175 и 250 кг/га азота в узкие междурядья на каждую тонну хлопка-сырца было израсходовано соответственно 46 и 61 кг азота действующего начала, т. е. дополнительно было затрачено по 15 кг чистого азота. Когда азот вносили в тех же нормах, но в широкие междурядья на создание каждой тонны сырца потребовалось 43 и 57 кг азота. В широких междурядьях, особенно при схеме посева 90×15—1, эффект от дополнительно вносимого азота выше, так как в них на единицу азота производится наибольшее количество продукции. При увеличении годовой нормы NPK до 400, 280 и 120 кг/га на производство единицы урожая затра-

чивается почти в 2 раза больше азота, чем при внесении НРК 250, 175 и 85 кг/га. На каждый килограмм внесенного азота в этом случае был получен самый низкий урожай хлопка-сырца.

С увеличением годовых норм минеральных удобрений возрастают затраты средств, связанные с их приобретением и использованием (табл. 31). Так, от применения повышенных норм питания в узких междурядьях, по сравнению с внесением меньшей нормы, затраты увеличились на 42 руб. 02 коп. на 1 га, при таком же внесении в широких междурядьях — на 38 руб. 74 коп.

Таблица 31

Экономическая эффективность возделывания хлопчатника на фоне повышенной нормы минеральных удобрений и различной ширины междурядий, руб. га

(среднее за 1966—1968 гг.)

Схема размещения растений	Годовая норма азота, кг/га	Всего затрат	Стоимость хлопка-сырца	Экономич. эффект. (прибыль)	Разница по отношению к контролю
60×16 - 1	175	445,73	1418,65	972,92	—
60×16—1	250	487,75	1557,32	1069,57	96,65
90×10,5—1	175	433,32	1512,68	1079,36	106,44
90×10,5—1	250	472,01	1632,30	1160,29	187,37
90×15—1	250	479,82	1716,84	1237,02	264,10
90×15—1	400	468,36	1563,24	1094,88	137,59

Общие затраты в широких междурядьях на меньшем фоне питания по сравнению с узкими междурядьями снизились на 12 руб. 41 коп., на фоне повышенной нормы — на 15 руб. 74 коп. с каждого гектара посева хлопчатника. Несмотря на увеличение затрат и снижение окупаемости при повышенных нормах минеральных удобрений внесение таких норм удобрений является экономически выгодным, поскольку в обоих междурядьях способствует повышению урожайности и получению наибольшей чистой прибыли.

В узких междурядьях доход, полученный от внесения повышенной нормы удобрений, по сравнению с меньшей нормой, превысил все расходы, связанные с использова-

нием ее на 96 руб. 65 коп. с 1 га, в широких междурядьях при равной густоте стояния и норме удобрений — на 80 руб. 93 коп. Однако в последних экономические показатели наиболее высокие по сравнению с узкими междурядьями. На фоне меньшей нормы удобрений в широких междурядьях дополнительный доход увеличился на 106, при внесении повышенной нормы удобрений — на 90 руб. по отношению к узкорядному посеву.

Широкие междурядья обеспечили более высокий доход по сравнению с узкими междурядьями при внесении 175 кг/га азота (контроль). Наибольший доход был получен при $90 \times 15-1$ и норме $\text{NPK } 250; 175$ и 85 кг/га. По отношению к контрольному варианту он составил 264 руб. 10 коп. на 1 га. При схеме посева хлопчатника $90 \times 10,5-1$ доход не превышал 76 руб.

Рост прибылей связан, главным образом, с повышением урожайности и качества хлопка-сырца под воздействием повышенных норм питания, а в широких междурядьях так же за счет некоторой экономии средств на отдельных видах работ.

При внесении высокой нормы минеральных удобрений, где на единицу веса хлопка-сырца затрачивается самое большое количество удобрений, экономический эффект оказался наименьшим. По отношению к контролю прибыль в данном варианте составила всего 137 руб. 59 коп., при внесении повышенной нормы удобрений в узкие междурядья увеличилась лишь на 25 руб. 31 коп., а по сравнению с внесением такой же нормы в широкие междурядья отмечается снижение дохода. Следует отметить, что общий доход от внесения высокой нормы удобрений покрывает затраты с их приобретением. В оценке экономической эффективности при высоких нормах удобрений должное внимание необходимо обращать на повышение коэффициента использования питательных элементов, который значительно ниже, чем при меньших годовых нормах удобрений.

Снижение окупаемости высоких норм минеральных удобрений урожаями показано также в ряде работ.

По данным Ю. Ю. Каримова (1966), изучавшего эффективность минеральных удобрений под хлопчатник в Узбекской ССР, в 1963 г. по республике на 1 т хлопка-сырца было израсходовано азота 65, фосфора —

30 кг при урожае 22,7 ц/га, в 1964 г. расход азота и фосфора составил 69 и 34 кг при 22,6 ц/га хлопка-сырца.

Основываясь на данных СоюзНИХИ, автор отмечает, что в течение 30 лет (1931—1960 гг.) в среднем с участков без внесения удобрений было получено всего 15,1 ц/га сырца при ежегодном внесении минеральных удобрений — 33,6 ц/га. Отсюда видно, что минеральные удобрения намного повысили урожай по сравнению с неудобренным фоном.

Обобщая приведенный материал, можно заключить, что большое увеличение годовых норм минеральных удобрений не способствует повышению продуктивности различных видов растений, в том числе хлопчатника. Оно в большей мере сказывается на увеличении вегетативных частей вместо репродуктивных, что снижает окупаемость удобрений урожаем.

По нашим данным, минеральные удобрения (NPK 250, 175 и 85 кг/га) в широкорядных посевах используются более эффективно. При этом способе посева снижается расход питательных элементов на 1 т сырца, увеличивается общий урожай хлопка по сравнению с узкорядным посевом.

Пути рационального использования более высоких норм минеральных удобрений предстоит изучить в процессе дальнейших исследований.

Изменение густоты стояния растений и ширины междурядья в зависимости от особенностей сортового состава и требования комплексной механизации

Такие факторы, как световой, температурный, водно-питательный и другие, определяющие рост, развитие и продуктивность хлопчатника, исходя из условий размещения растений в посевах, складываются по-разному. При соответствии условий среды требованиям растений потенциальные возможности их в создании урожая проявляются наиболее полно; отсутствие оптимальных условий подавляет рост, развитие и снижает продуктивность растений. Поэтому вопросы правильного размещения растений и особенно ширины междурядья на всем протяжении истории хлопководства занимали особое место. Принятые способы размещения растений в посе-

вах время от времени видоизменялись, пересматривались.

Такие изменения были закономерными и имели прогрессивное значение. Они отражали и соответствовали определенному историческому периоду в развитии хлопководства. Прогрессивный прием агротехники — ширококорядный способ возделывания хлопчатника на данном этапе развития хлопководства отвечает современному уровню развития науки и техники.

Широкорядные посевы стали объектом многочисленных исследований. Применительно к широким междурядьям разработаны и выпускаются соответствующие сельскохозяйственные машины. В перспективе широкие междурядья получают более совершенную и высокопроизводительную технику.

Широкие междурядья отвечают биологическим требованиям ныне возделываемых промышленных сортов хлопчатника. Это, пожалуй, один из главных моментов, обуславливающих повсеместный интерес к внедрению ширококорядного способа посева хлопчатника.

Следует отметить, что применяемые ширококорядные и узкорядные посевы не могут оставаться постоянными, т. е. неизменными.

В этом направлении начаты широкие исследования. В США, например, с 1964 г. испытываются междурядья шириной в 20—30—50 см. Применяются междурядья даже в 8 см.

Посев хлопчатника при суженных междурядьях осуществляют вразброс с самолета и при помощи зерновых сеялок. В таких суженных междурядьях густота стояния хлопчатника увеличивается от 250 до 750 тыс. растений на 1 га по сравнению с существующей в 40—50 тыс. при размещении хлопчатника в междурядьях шириной в 90 и 100 см.

При суженных междурядьях растения накапливают не больше двух коробочек, однако урожай сырца не меньше, чем при существующих широких междурядьях. Как свидетельствуют данные, урожайность хлопчатника повышается на 10—15%, качество хлопкового волокна при этом улучшается. В этих условиях вегетационный период хлопчатника сокращается на 20—30 дней, в основном за счет сокращения периода плодообразования и созревания коробочек.

В загущенных посевах снижаются до 25% общие производственные затраты. Это достигается экономным расходом поливной воды, так как вегетационные поливы будут механизированы и автоматизированы. В загущенных посевах отпадают такие обязательные для широко-рядного способа технологические процессы, как культивация, подкормка, чеканка и другие, в значительной мере снижаются затраты и на такой трудоемкий процесс, как уборка урожая.

Вначале при уборке применялись специально изготовленные хлопкоуборочные машины с шириной захвата 260 см. В 1970—1971 гг. создан хлопкоуборочный комбайн по типу зерноуборочного, ширина захвата которого увеличена до 4 м. За час работы эта машина способна убирать сырец с площади 1,4 га.

В американской практике недостатком загущенных посевов является отсутствие соответствующих для таких посевов низкорослых сортов хлопчатника. Существующие сорта при суженных междурядьях сильно вытягиваются в длину, полегают, дают низкий урожай.

Следует отметить, что, несмотря на длительное изучение, пока не определены точно схемы размещения хлопчатника при суженных междурядьях, способы уборки, нормы высева.

Узкорядные посевы хлопчатника проходят всестороннее изучение и в Австралии. Опыты ведутся с 1965 г., однако окончательные выводы по ним пока не сделаны, а сам загущенный способ возделывания хлопчатника не вышел за пределы экспериментов и не получил широкого внедрения. Испытание загущенных посевов здесь проходит во всех хлопкосеющих штатах, причем как при орошении, так и на богаре. Каждый гектар узкорядного посева рассчитан на 500—600 тыс. растений вместо 40—80 тыс. Суженные междурядья на 20—22% и более повышали урожай по сравнению с обычными посевами хлопчатника с шириной междурядья 70—90 см.

При переходе на загущенные посевы очень важно правильно выбрать сорт. Сорта же, высевающиеся в обычных условиях, имеют раскидистый тип куста, отличаются длительностью в образовании, следовательно, и в созревании коробочек. И они больше всего приспособлены к посеву широко-рядным способом.

Селекционеры Австралии вывели новые сорта с компактным кустом и почти с одновременным созреванием коробочек. Наибольший интерес, с точки зрения урожайности, качества волокна и скороспелости, представляют такие сорта, как Риверинский Тополь, Риверинский Золотой и др. У них отсутствуют моноподиальные ветви. Они больше всего отвечают условиям загущенных посевов. Хлопчатник высевается в междурядьях шириной 10—18 см зерновыми сеялками.

Новые сорта (Риверинский Золотой) в опытах были значительно продуктивнее по сравнению со стандартным сортом Импайр 289.

Ведутся большие работы и по разработке системы машин для узкорядных посевов — сеялок, уборочных агрегатов. Созданы компактные и высокопроизводительные хлопкоуборочные машины.

Учитывая раннее созревание коробочек на загущенных посевах, механизированную уборку хлопка-сырца проводят в один прием. При этом меньше теряется хлопка-сырца в период уборки, значительно снижаются затраты труда и средств на сбор урожая.

Загущенные посевы в случае их внедрения потребуют по существу пересмотра всей системы применяемой агротехники хлопчатника.

Хлопководство сделало бы еще один шаг вперед по пути комплексной механизации, дальнейшего повышения культуры земледелия и производства хлопка-сырца.

Раннее завершение уборки на загущенных посевах позволит послеуборочные работы проводить на 1—1,5 месяца раньше.

Такой прием будет способствовать всестороннему развитию всех других отраслей сельскохозяйственного производства.

Однако повсеместный переход к суженным междурядьям с большими густотами наступит тогда, когда будут выведены карликовые, малорослые сорта с большими возможностями плодоношения.

Ширина междурядья может быть изменена и при нахождении химических и биологических препаратов, применение которых на существующих сортах приведет к укорачиванию главного стебля, уменьшению листовой поверхности хлопчатника с сохранением способности давать высокий урожай.

При наличии указанных условий можно пойти на сужение междурядья до 40—20 см, доведя общую густоту стояния растений до 400—500 тыс./га и более. Пока что это вопрос времени, но он может иметь большую перспективу.

Выведение малорослых сортов хлопчатника подобно короткостебельным сортам пшеницы может значительно повысить урожайность хлопковых полей, поскольку при выращивании таких сортов обеспечивается нормальная освещенность и, следовательно, создаются условия для применения и использования растениями более высоких норм минеральных удобрений.

Такая задача поставлена перед учеными. Они трудятся над созданием высокопродуктивных, болезнеустойчивых сортов с умеренным ростом, самым коротким периодом созревания и высоким качеством волокна. Параллельно начаты опыты и по загущенным посевам. Проводятся они в Узбекистане и в Таджикистане. В опытах СоюзНИХИ испытываются междурядья с шириной 15 и 30 см, густота стояния доведена до 440 тыс. растений на 1 га. Многолетние исследования показали, что при загущенных посевах лучше всего применимо подпочвенное орошение. Этот способ на 40—50% экономит воду по сравнению с обычными способами полива, при этом устраняется испарение влаги, создается возможность держать почву в рыхлом состоянии. Испытывается также орошение с использованием дождевальных машин.

Ученые и специалисты сельского хозяйства проявляют большой интерес к изучению загущенных посевов. Обращается внимание на морфологическое строение кустов хлопчатника. Для загущенных посевов отдается предпочтение сортам нулевого типа ветвления.

Исследования по загущенным посевам хлопчатника необходимо продолжать и они должны носить комплексный характер. Здесь важно все — и селекция, и агротехника, почвенно-климатические факторы и многое другое.

В настоящее время, когда отсутствуют такие сорта, переход к ширококормному посеву в больших масштабах вполне оправдан, так как такой посев способствует дальнейшему повышению производства хлопка-сырца с высокими экономическими показателями. Однако темп внедрения данного способа посева в практику хлопководства недостаточно высок.

Повсеместный переход на посев хлопчатника в широких междурядьях ограничивается также отсутствием глубоких всесторонних исследований, которые могли бы дать более полную сравнительную оценку широких междурядий по сравнению с узкими междурядьями.

Поэтому задача сводится к тому, чтобы, развертывая исследования уже сейчас там, где позволяют условия, смелее пойти на внедрение широкорядного посева. По нашему мнению, в условиях, где хлопчатник растет компактно, сохраняется высокий световой режим, например на галечниках, песчаных, супесчаных и плотных почвах и других возделывание хлопчатника по-прежнему должно осуществляться в 60 см междурядьях. На данном этапе хлопководства широкорядный способ возделывания хлопчатника имеет прогрессивное значение, способствует повышению урожайности полей при значительном снижении затрат труда и средств.

ВЫВОДЫ

1. Продуктивность растений тесно связана с условиями их размещения в посеве (густота стояния, ширина междурядья). Размещение растений на всем протяжении истории хлопководства занимало особое место и остается актуальным и в настоящее время. Схемы размещения хлопчатника время от времени пересматриваются и могут изменяться в дальнейшем. Во многом это связано с почвенно-климатическими условиями, технической оснащенностью хозяйств, биологическими особенностями возделываемых сортов и другими факторами.

2. Освещенность и минеральное питание имеют важное значение для роста, развития, характера плодоношения, а также хода физиологических процессов у хлопчатника. Усиливая воздействие указанных факторов можно значительно повысить потенциальные возможности растения.

3. Увеличение ширины междурядья заметно улучшает освещенность междурядья и внутренних зон куста, повышает температуру корнеобитаемой зоны и окружающего растения воздуха, а также снижает его относительную влажность, что усиливает корневое и воздушное питание растений, стимулирует их рост и развитие, повышает урожай.

4. Широкие междурядья по сравнению с узкими обеспечивают формирование хлопчатника с мощноразвитой корневой системой, обладающей большим объемом адсорбирующей поверхности и весом сухой массы, а также высокой поглотительной и синтетической способностью.

На фоне повышенной нормы удобрений (NPK 250; 175; 85 кг/га) особенно с разворачиванием настоящих листьев, формирование, накопление корней и их физиологическая активность протекают с большей интенсивностью при преимуществе растений широкорядного посева над узкорядными.

Вес корней меняется с изменением густоты стояния растений. При большем количестве растений на 1 га вес сухой массы корней каждого отдельного растения уменьшается, на единицу площади — возрастает. В широких междурядьях с равной густотой и нормой удобрений корневых остатков на 1 га посевной площади больше.

5. На фоне повышенной нормы удобрений возрастает обеспеченность корней азотом и фосфором, в том числе их органическими соединениями. Обогащенность корней питательными веществами различается от зоны распределения их по почвенному профилю и возраста растений.

В ранних фазах развития большее содержание азотно-фосфорных соединений отмечается в корнях, развивающихся в сравнительно неглубоких слоях, в последующем активно поглощающая зона корней перемещается в более нижние горизонты почвы.

Растения широкорядного посева по обеспеченности корней питанием превосходят растения узкорядного.

6. В условиях широких междурядий усиливается превращение поглощаемого азота и фосфора в сложноорганические соединения в корнях с ускорением их передачи в надземные органы хлопчатника. Данная функция корней наиболее выражена на повышенных фонах питания.

7. Широкие междурядья оказывают положительное воздействие на питательный режим почвы, где в течение вегетации содержание подвижных форм азота и фосфора в почве больше, чем в узких междурядьях.

Повышенные нормы удобрений увеличивают содержание в почве нитратов и фосфатов. Количество этих соединений снижается по мере роста и развития хлопчатника.

Между содержанием в почве нитратов и фосфатов и обеспеченностью растений азотом и фосфором наблюдается положительная взаимосвязь.

8. Лучшие условия освещенности и температуры, наблюдаемые в широких междурядьях, особенно при внесении в почву повышенной нормы удобрений, способствуют увеличению содержания общего азота и фосфора в верхних по главному стеблю листьях хлопчатника в онтогенезе с увеличением в тканях листа процента белкового азота и органического фосфора.

Азотно-фосфорная обеспеченность листьев варьирует в зависимости от физиологического состояния хлопчатника. До наступления репродуктивной фазы имеет место увеличение концентрации питательных веществ в листьях; в дальнейшем в связи с ростом потребности формирующихся плодозлементов в питании, ускорением оттока питательных веществ в плодоорганы процентное содержание их в листьях снижается.

Между содержанием азота и фосфора в верхних физиологически активных листьях и сохранением коробочек наблюдается положительная взаимосвязь.

9. Широкие междурядья способствуют большему поглощению плодоорганами и прилегающими к ним листьями азота и фосфора с дальнейшим ускорением их включения в состав органических соединений. В результате создаются лучшие условия для снабжения завязей азотно-фосфорным питанием, следовательно, для превращения их в полноценные коробочки.

На повышенном фоне удобрений азота и фосфора в завязях и прилегающих листьях содержится больше. Процентное содержание азотно-фосфорных соединений в завязях ранних возрастов увеличивается. Так же изменяется содержание общего и белкового азота в прилегающих листьях, количество фосфора мало изменяется.

По мере роста растений в плодоорганах и сопровождающих их листьях концентрация различных форм азота и фосфора убывает.

10. Широкие междурядья повышают углеводное питание завязей, в большей мере на повышенном фоне питания.

Процентное содержание суммы углеводов, в том числе сахаров с возрастом завязей увеличивается, в прилегаю-

щих к ним листьях суммарное количество углеводов снижается при возрастании растворимых углеводов.

Однако в течение десяти дней со времени раскрытия цветка содержание углеводов в завязях и прилегающих листьях заметно снижается в отдельные периоды роста, что указывает на большую требовательность молодых плодоорганов к продуктам фотосинтеза в этот возраст их жизни.

11. С улучшением светового режима (широкие междурядья) и корневого питания (повышенная норма удобрений) повышается общее потребление азота и фосфора.

Наибольшее суммарное потребление питательных элементов, определяемое в конце вегетации, наблюдается на высоком фоне удобрений.

Широкие междурядья способствуют повышению использования растениями элементов питания из удобрений и почвы.

12. Хлопчатник, возделываемый широкорядным способом, формирует большую листовую поверхность. На повышенном фоне питания, особенно с фазы четырех-пяти настоящих листьев, площадь листьев и их фотосинтетическая способность выше, чем по фону внесения меньшей нормы удобрений (NPK 175; 125; 60 кг/га). При этом верхние по главному стеблю листья интенсивно фотосинтезируют и содержат больше углеводов в течение вегетации.

13. Внесение повышенной нормы удобрений в широкие междурядья обеспечивает равномерное накопление хлопчатником органических веществ в период вегетации при сохранении соотношения веса сухой массы вегетативных и генеративных частей, отвечающих получению достаточно высокой хозяйственной продуктивности хлопчатника.

14. Наибольшее сохранение коробочек и высокая продуктивность хлопчатника получены при внесении NPK 250; 175; 85 кг/га в широкие междурядья и особенно заметно при схеме посева $90 \times 15-1$. В этих условиях большая часть коробочек формируется на внутренних конусах и нижних ярусах, т. е. в наиболее ценных для урожая местах. В среднем за пять лет у растений, размещенных по схеме $90 \times 15-1$, урожай повысился на 6,7% по сравнению со схемой посева $90 \times 10,5-1$. По отношению к

растениям узкорядного посева урожай хлопка-сырца повысился на 12,8%.

Широкие междурядья, сочетающие лучший световой и температурный режим в посеве, способствуют растениям формировать высококачественные семена и хлопковое волокно.

15. Установлено своеобразное действие высоких норм минеральных удобрений (NPK 400; 280; 120 кг/га). В первой половине вегетации высокие концентрации питательных элементов несколько замедляют рост и течение отдельных физиологических процессов в растениях. Положительное влияние высокого фона питания проявляется с репродуктивной фазы. Резко усиливается поступление и превращение азота и фосфора в корнях и подача их с пасокой в надземную часть растений, главным образом за счет усиления поглотительной функции корневой системы. Ускоряются ростовые процессы, формирование плодоеlementов растягивается во времени, наступление и прохождение очередных фаз развития запаздывают по сравнению с растениями, выращиваемыми на фоне с меньшими нормами удобрений.

Хлопчатник на высоком фоне удобрений к концу вегетации накапливает самую большую надземную массу с высоким выносом основных питательных элементов. Однако урожай при этом оказался ниже или наравне с хлопчатником, выращиваемым на фоне повышенной нормы удобрений.

Исследования путей эффективного использования высоких норм минеральных удобрений должны быть продолжены. В этом направлении представляет интерес изучение влияния на растения совместного внесения высоких норм минеральных удобрений с органическими, испытания их в сочетании с различными стимуляторами, применения химических препаратов, предупреждающих израстание хлопчатника и т. д.

16. Широкорядные посевы — экономически высокоэффективный агроприем. На повышенном фоне удобрений в широких междурядьях дополнительный доход с каждого гектара возрос в среднем за три года на 8,5—15,6% в зависимости от схемы размещения растений в рядах.

На основании результатов собственных исследований и данных других авторов можно дать следующие предложения производству:

1. Во всех почвенных условиях, где при узкорядном посеве (60 см) из-за раннего смыкания рядков и затенения нижних ярусов ухудшается освещенность, следовательно, и воздушное питание, целесообразно внедрять широкорядные посевы с шириной междурядья 90 см.

На менее плодородных — песчаных, супесчаных и подстилаемых галечником, песком и плотных почвах и в других условиях, где при узкорядных посевах отсутствует самозатенение растений и обеспечивается нормальная освещенность, для получения на каждом гектаре наибольшего количества растений и правильного использования площади питания по-прежнему целесообразно применять узкорядные посевы — 60 см.

2. В связи с тем, что широкие междурядья по сравнению с узкими способствуют повышению использования растениями азота и фосфора на плодородных, хорошо окультуренных сероземах и луговых почвах рекомендуется вносить повышенные нормы минеральных удобрений — до 250—300 азота, 175 фосфора и 85 кг/га калия.

3. При внесении высоких норм минеральных удобрений и применении широкорядных посевов следует особое внимание обратить на густоту стояния растений, дифференцируя ее, исходя из почвенных условий. На мощных плодородных почвах и широкорядных посевах наибольшая продуктивность хлопчатника достигается при густоте стояния 70—80 тыс./га с одиночным размещением растений. В отдельных почвенных условиях при умелом выращивании хлопчатника, исключаям изростание его, на широкорядных посевах густоту стояния можно доводить до 90—100 тыс./га также с оставлением в гнезде по одному растению.

ЛИТЕРАТУРА

- Абаева С. С. Влияние высоких температур на жизнеспособность пыльцы хлопчатника (в связи с опадением плодобразований), ДАН СССР, новая серия, т. XXXII, 1941, № 6.
- Абдуллаев Б. Н. Сорта хлопчатника и ширина междурядий. «Хлопководство», 1965, № 9.
- Автономов А., Хасанов М., Мирхашимов Т. Орошение широкорядных посевов хлопчатника. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1970, № 5.
- Азимов Р. А. Физиологическое действие ацетона на хлопчатник. Ташкент, изд-во «Фан», 1970.
- Айзенштат Б. А., Балашева Е. Н., Житомирская О. М. Климатическое описание Голодной степи. Гидрометеониздат, 1958.
- Алиев З. А. Широкорядные посевы тонковолокнистого хлопчатника. «Хлопководство», 1966, № 7.
- Алиев Ю. И., Мухтаров З. М. Опыты с широкорядными посевами. «Хлопководство», 1967, № 6.
- Анисимов А. М. Срезка хлопчатника как один из способов борьбы с жированием», «Хлопковое дело», 1928, № 5, 6.
- Артыков А. А., Исомов Х. Эффективность производства хлопка при широких междурядьях. «Хлопководство», 1970, № 2.
- Ахметов З., Искаков К., Ханазаров Д., Антонов В., Уралбаев Б., Парадиев А. О широкорядных посевах. «Хлопководство», 1966, № 2.
- Бабушкин Л. Н., Блюм М. Б. Влияние погоды на развитие хлопчатника в Узбекистане. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1953.
- Багирова Ш. Г. Влияние температуры почвы и освещения на содержание и поступление питательных элементов в растения. Автореферат канд. диссертации. Баку, 1970.
- Бакулин В., Диннаев М., Соколов Ф., Мартынов А., Турсунбаев И., Богданов М. Широкорядные посевы. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1967, № 5.
- Балашев Н. Н. Густота посева хлопчатника. Труды Узбекстанской с/х опытной станции, Ташкент, вып. 2, 1926.
- Балашев Н. Н. Опыты с густотой посева хлопчатника 1926—1929 гг. Труды Узбекстанской опытной станции садоводства и огородничества. Ташкент, вып. 9, 1930.

- Барьетас П. К. Формирование коробочек и семян хлопчатника при ограничении числа плодоорганов на кусте. ДАН УзССР, 1962, № 4.
- Бекмухамедова Н. Б. К вопросу о превращении аммиачного и нитратного азота в корневой системе кукурузы. В кн. «Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений». М., изд-во «Наука», 1964.
- Беликов И. Ф. О движении и распределении продуктов фотосинтеза у сои в период вегетации. Физиология растений, т. II, вып. 4, 1955.
- Беликов И. Ф. Взаимоотношения между листовым аппаратом и органами плодоношения у сои. Автореф. докт. диссертации, Владивосток, 1963.
- Белоусов М. А., Сдвиженская Э. В. Диагностирование условий питания хлопчатника. «Хлопководство», 1954, № 9.
- Белоусов М. А., Мадраимов И. И., Таиров З. Т. Изучение повышенных густот стояния хлопчатника при различных условиях минерального питания. Вопросы питания и биологии хлопчатника. Ташкент, 1960.
- Белоусов М. А. Корневое питание хлопчатника. «Хлопчатник», т. I, IV, изд-во АН УзССР, Ташкент, 1960.
- Белоусов М. А. Диагностирование питания растений. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах, Ташкент, 1963.
- Белоусов М. А. Физиологические основы корневого питания хлопчатника. Ташкент, изд-во «Узбекистан», 1964.
- Белоусов М. А. и др. Изучение гидрорезонансного метода выращивания хлопчатника. Вопросы физиологии и биохимии хлопчатника, Ташкент, изд-во «Узбекистан», 1967.
- Белоусов М. А., Беседин П. Н., Мадраимов И. И., Маннанов Н. М., Протасов П. В., Яровенко Г. И. Система удобрений хлопчатника. «Хлопководство», 1969, № 11.
- Благовещенский А. В. и др. Опыт изучения физиологии опадения завязей у хлопчатника. Ташкент. Труды САГУ, серия XIII, вып. 10, 1929.
- Борзенкова Р. А., Суворова Л. И. Зависимость поглощения и передвижения P^{32} от фотосинтетической активности листьев проростков злаков. Уч. записки Уральск. ун-та 1970, № 113.
- Бородулина А. А. Опадение завязей хлопчатника. Ташкент, т. IV, 1960.
- Бородулина А. А., Пашенко Э. А. О роли освещения в обмене веществ хлопчатника. Узб. биол. журнал, 1960, № 4.
- Бородулина А. А. Питание семян хлопчатника в зависимости от их положения в коробочке. Биохимические основы скоропелости хлопчатника, Ташкент, изд-во «Наука», 1965.
- Брежнев Д. Д. Новая технология выращивания хлопчатника в Австралии. «Вестник сельскохозяйственных наук», 1972, № 8.
- Бурков В. Н. К методике листовой диагностики азотного, фосфорного и калийного питания липы мелколистной. «Агрохимия», № 10, 1966.
- Быков И. Е. О минеральных соединениях азота в пасоке. Изв. биол. науч. исслед. ин-та при Пермском университете, т. VI, вып. 6, 1929.

- Варунянц И. Еще о густоте посева хлопчатника. «Хлопководство», 1930, № 1.
- Васильев Н. К. Густота посева и посадки. «Вестник сельскохозяйственных наук», 1903, № 2.
- Васильченко И. Влияние густоты стояния растений и ширины междурядий на урожайность хлопчатника. «Хлопководство», 1953, № 5.
- Ватагин А. В., Ненайденко Г. Н. Влияние удобрений на динамику питательных веществ в почве, поступление их в растения и урожай гороха. «Агрохимия», 1965, № 5.
- Вахидов Г. Сравнительная оценка режима орошения хлопчатника на широкорядных посевах. Материалы пятой конференции молодых ученых по сельскому хозяйству Узбекистана, Ташкент, изд-во «Фан», 1969.
- Велиев Р. Г. Эффективность широкорядных посевов хлопчатника в условиях Ильичевского производственного управления Нахичеванской АССР. Труды научн. исслед. ин-та хлопководства Азерб. ССР, Кировабад, вып. 62, 1963.
- Винокур Р. Л. Влияние температуры корневой среды на деятельность корней, интенсивность транспирации и фотосинтез у растений лимона. Физиология растений, т. IV, вып. 3, 1957.
- Воскресенская Н. П., Ничипорович А. А. Азотное питание и световая адаптация растений. ДАН СССР, новая серия, т. X, 1948, № 8.
- Галстян А. Ш. Содержание нитратов в хлопчатнике и их связь с опадением плодозлементов. ДАН Арм. ССР, том XXI, № 3, 1955.
- Ганиев М. С., Беседин П. Н., Дворцов Е. Ф., Соколов Ф. А., Пак М. С., Мартынов А. Н., Нам В. М., Кашкаров А. К., Давыдов И. С. Некоторые итоги опытов с широкими междурядьями «Хлопководство», 1966, № 2.
- Го Сянь-Сянь. Физиологическое изучение опадения бутонов и завязей хлопчатника. В кн. «Материалы объединенной научной сессии по хлопководству», Ташкент, т. I, 1958.
- Годунова К. Н., Карташева А. В., Липарская Н. И. Результаты опытов сортоучастков с нормами высева озимой пшеницы. В кн. «Нормы высева зерновых культур». М., 1964.
- Горенберг Я. Х., Горелов Е. П., Шпаков Н. А. Эффективность возделывания хлопчатника при широких междурядьях в Самаркандской обл. Научн. труды Самарканд. с/х ин-та, Ташкент, изд-во «Фан», т. XV, 1967.
- Григорян Г. К. Опыты по широкорядному возделыванию хлопчатника в Армении. «Хлопководство», 1961, № 8.
- Гукова М. М. Значение температуры для азотного питания бобовых растений. В кн. «Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений», М., изд-во «Наука», 1964.
- Давтян Г. Прибор для полевого качественного определения нитратов в хлопчатнике. «Советский хлопок», 1937, № 7.
- Данилова Н. С. Влияние условий азотного питания на рост корней. «Агрохимия», 1965, № 6.
- Данилова Н. С. Особенности белкового обмена и рост корней при изменении условий азотного питания. «Агрохимия», 1967, № 5.

- Деревицкий Н. Ф., Старосельский И. Ю. Опыты с площадью питания хлопчатника в 1925—1926 гг. Труды Азерб. центр. с/х опыти. и селекцион. станций, вып. 11, 1927.
- Джуракулов Б. Широкорядные посевы тонковолокнистого хлопчатника. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1970, № 11.
- Джуракулов Б., Джамалов А. Ширина междурядий и заболеваемость хлопчатника макроспориозом и альтернариозом. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1971, № 2.
- Дианов В. И., Балганбаев А. Агрохимическая эффективность широкорядных посевов хлопчатника. Труды Чимкентской обл. с/х опытной станции, Алма-Ата, изд-во «Кайнар», т. III, 1969.
- Дмитренко П. А., Витриховский П. И. Эффективность удобрений в зависимости от густоты стояния растений полевых культур. «Агрохимия», 1970, № 8.
- Довнар В. С. Взаимосвязь фотосинтеза и корневого питания у кукурузы. «Агрохимия», 1970, № 8.
- Еременко В. Е. Правильный режим орошения — мощный фактор повышения урожайности хлопчатника. «Известия», АН УзССР, 1954, № 4.
- Жуков Я. М. Опыты с хлебами. Труды Ивановской с/х опыти. станции, Харьков, вып. 1, 1901.
- Журбицкий З. И., Штаусберг Д. В. Влияние температуры почвы на использование растением питательных элементов. В сб. «Меченые атомы в исследовании питания растений и применение удобрений», 1954.
- Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М., 1963.
- Журбицкий З. И. Влияние внешних условий на минеральное питание растений. «Агрохимия», 1965, № 3.
- Задонцев А. И., Бондаренко В. И., Гренченко А. Л., Самошкин А. А. Онтогенетические изменения в формировании корневой системы озимой пшеницы. «Физиология растений», т. XVII, вып. 1, 1970.
- Зайцев Г. С. Об опадении завязей у хлопчатника. «Туркестанское сельское хозяйство», 1916, № 6.
- Зайцев Г. С. Новая система культуры хлопчатника. «Хлопковое дело», 1923, № 11—12.
- Зайцев Г. С. Избранные сочинения, 1963.
- Зауров Э., Джумаев Н. Густота стояния хлопчатника после распахки люцерны. «Хлопководство», 1967, № 12.
- Ибрагимов М. Влияние интенсивности освещения на рост и развитие хлопчатника. Вопросы физиологии и биохимии хлопчатника, Ташкент, 1969.
- Ибрагимов П. И. Экономическая эффективность широкорядных посевов в различных зонах хлопкосеяния, Ташкент, Труды СоюзНИХИ, вып. XVII, изд-во «Фан», 1969.
- Игнатьева И. П. Влияние площадей питания на онтогенез люпина гибридного. «Известия», ТСХА, 1971, вып. III.
- Ильин Г. С. Синтез алкалоидов в изолированных приволях табака. ДАН СССР, т. 59, 1948.
- Имамалиев А. И., Пак В. М. Динамика содержания нуклеиновых кислот при формировании и опадении плодоеlementов у хлопчатника. «Физиология растений», т. XIX, вып. 2, 1972.

- Исаев Р. Удобрение хлопчатника на широких междурядьях. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1968, № 6.
- Исаев Р., Саидмаров С. Особенности широких междурядий: «Сельское хозяйство Узбекистана», 1971, № 9.
- Истомин М. С., Ачильдеев Р. А. Опыт изучения схем посева и густоты стояния сорта 5904-И. «Хлопководство», 1967, № 3.
- Ишанов Х. Б., Турсунходжаев З. С. Опыт широкорядного посева хлопчатника в условиях совхоза «Хазарбаг». Вопросы мелиорации, орошения, севооборотов и обработки. Ташкент, изд-во «Фан», 1966.
- Кабаев В. Е., Шалашилина А. Е. Изучение широкорядных посевов в Гиссарской долине. «Хлопководство», 1965, № 7.
- Карнаухова В. В. Зависит ли опадение плодозлементов хлопчатника от условий погоды. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1958, № 2.
- Карцева Л. Н. Динамика фосфорных соединений в растении овса в зависимости от условий питания, «Агрохимия», 1965, № 10.
- Квасников Е. И., Лазарев С. Ф. Микробиологические свойства почв. «Хлопчатник», Ташкент, т. II, 1957.
- Колдаев А. Широкорядные посевы тонковолокнистого хлопчатника. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1969, № 3.
- Колосов И. И., Ухина С. Ф. О роли корневой системы в усвоении минеральных веществ растениями. «Физиология растений», т. I, 1954, № 1.
- Колосов И. И. Поглонительная деятельность корневых систем растений. М., изд-во АН СССР, 1962.
- Кондратьев В. П., Соколов А. Ф. Обработка почвы до посева и в период вегетации хлопчатника. СоюзНИХИ, 1948.
- Оновалов М. Е., Муханова В. Л. Влияние различных доз минеральных удобрений на поступление фосфора в хлопчатник, «Агрохимия», 1967, № 8.
- Коровин Е. П. О скороспелости хлопчатника, Ташкент. Труды САГУ, вып. XVIII, новая серия, книга 7, 1950.
- Коровин А. И. Особенности формирования урожая в условиях Севера в связи с пониженными температурами. Труды Соликамской сельскохозяйственной опытной станции, т. II, 1958.
- Коровин А. И. Влияние температуры почвы на урожай и физиологические процессы растений в условиях Севера. Растение и среда. М., изд. АН СССР, т. IV, 1962.
- Коровин А. И., Сычева З. Ф. и др. Влияние температуры почвы в онтогенезе растений на поглощение ими фосфора и азота. «Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений», М., изд-во «Наука», 1964.
- Красильников М. Агротехника на широкорядных посевах. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1969, № 5.
- Крейдик Б. Посевы хлопчатника суженными междурядьями. «Хлопководство», 1952, № 1.
- Кретович В. Л., Каган З. С. Усвоение и превращение азота у растений. Физиол. с/х растений, т. II, изд-во Московск. университета, 1967.
- Кудрин С. А. Агрохимия в хлопководстве Узбекистана. УзГНЗ, Ташкент, 1947.

- Кудрявцев В. А., Роктанэн Ж. Л. Влияние режима минерального питания на формирование генеративных органов и некоторые показатели обмена веществ томатов в условиях различной освещенности. «Агрохимия», 1965, № 6.
- Курсанов А. Л. Круговорот органических веществ в растении и деятельность корневой системы. «Вопросы ботаники», т. 1, 1954.
- Курсанов А. Л. Корневая система как орган обмена веществ. Тезисы докл., Л., АН СССР, вып. II, 1958.
- Курсанов А. Л. Взаимосвязь физиологических процессов в растении. М., Изд. АН СССР, 1960.
- Курсанов А. Л. Перемещение ассимилятов. «Природа», 1967, № 8.
- Ладонина Т. П. Влияние минеральных удобрений на рост корней. «Агрохимия», 1966, № 9.
- Латипов Х. Ширококорядные посевы в совхозе им. А. Икрамова. «Хлопководство», 1968, № 4.
- Лакаткин И. П., Соловьев В. П. Влияние ширины междурядий и норм минеральных удобрений на формирование семян хлопчатника. «Узбекский биологический журнал», 1969, № 4.
- Леопольд А. Рост и развитие растений. М., изд-во «Мир», 1968.
- Литвинов Л. С. К вопросу о химизме пасоки растений. Об органических веществах летней пасоки тыквы. Изв. биол. наук научно-исслед. института при Пермском университете, т. V, вып. 7—8, 1927.
- Личев С. Влияние почвенных и метеорологических условий на развитие корневой системы. «Хлопководство», 1966, № 12.
- Лопухин Е. А. К вопросу о радиационном режиме хлопчатника. Изв. АН УзССР, сер. геогр. и геофиз., 1950, № 3.
- Магницкий К. Н. Диагностика минерального питания растений по их химическому составу. «Агрохимия», 1965, № 9.
- Мадраимов И. И., Исаев Р. С. Способы внесения азота при ширококорядных посевах. «Хлопководство», 1968, № 6.
- Макаров А. Ф. Чеканка хлопчатника. «Хлопковое дело», 1930, № 10—11.
- Макаров А. Густота посева хлопчатника. «Хлопковое дело», 1923, № 9—10.
- Макаров А. Ф. Густота стояния хлопчатника и водный режим почвы. Ташкент, Труды Аккавакской опытно-оросительной станции, вып. 6, 1930.
- Макаров А. Эффективность поливов в связи с удобрениями, густотой стояния и сортами хлопчатника. «Хлопковое дело», 1930, № 12.
- Максимов Н. А., Лебединцева Е. В., Красносельская—Максимова Т. А. О влиянии условий освещения на развитие и деятельность корневой системы. Изв. Главного ботанического сада РСФСР, т. XXIII, вып. 1, 1925.
- Маннанов Н. М., Сандумаров С. С., Ганиев М. С., Соколов Ф. А., Габдурашидов И. М., Мартынов А. Н., Шасалихов А. Ш. Результаты изучения эффективности ширококорядных посевов хлопчатника. «Хлопководство», 1969, № 8.
- Маскелл Е. Д., Мэсон Т. Г. «Физиология хлопчатника». Серия перев. иностр. литер., Ташкент, 1937.

- Мауер Ф. М. К изучению корневой системы хлопчатника. «Хлопковое дело», 1925, № 5—6.
- Меднис М. П. К вопросу об опадении завязей. «Советский хлопок», 1939, № 11—12.
- Меднис М. П., Курбанов М. Опыт посева хлопчатника с междурядьями 100 см. «Хлопководство», 1961, № 6.
- Меднис М. П., Насыров М. И. Режим и техника орошения хлопчатника на ширококордных посевах. Вопросы мелiorации и орошения в хлопководстве. Ташкент, Труды СоюзНИХИ, вып. 14, 1966.
- Меднис М. П., Надырматов С. Поливы хлопчатника при разной ширине междурядий. «Хлопководство», 1968, № 6.
- Мирхашимов Т. Режим орошения хлопчатника на ширококордных посевах в условиях вновь осваиваемых земель Голодной степи. Материалы пятой конференции молодых ученых по сельскому хозяйству Узбекистана, Ташкент, изд-во «Фан», 1969.
- Мошков Б. С. Выращивание растений при искусственном освещении. Л., изд-во «Колос», 1966.
- Муминов Ф. А. Вопросы формирования урожая хлопчатника в связи с микроклиматом и тепловым балансом хлопкового поля. Л., Труды САНИГМИ, вып. 16 (31), Гидрометеониздат, 1963.
- Муминов Ф. А. Тепловой баланс в формировании урожая хлопчатника. Л., Труды Среднеазиат. научн. исслед. гидрометинститута, вып. 50 (65). Гидрометеониздат, 1970.
- Муратов Б. Н. Влияние густоты стояния на опадение завязей и урожайность хлопчатника. Самарканд, Труды Узб. госуниверситета, сб. работ студенческих научных кружков, 1940.
- Мухамеджанов М. В., Ермошенко М. А. Влияние механического повреждения корневой системы на рост, развитие и урожай хлопчатника. Изв. АН УзССР, 1951, № 6.
- Мухамеджанов М. В., Ферштат Н., Ржевский Г. Квадратно-гнездовая культура хлопчатника. Ташкент, Госиздат УзССР, 1955.
- Мухамеджанов М. В., Ферштат Н., Ржевский Г. Квадратно-гнездовая культура хлопчатника. Ташкент, Госиздат УзССР, 1956.
- Мухамеджанов М. В. Система земледелия в районах орошаемого хлопководства. В кн. «Материалы объединенной научн. сессии по хлопководству», Ташкент, т. 1, 1958.
- Мухамеджанов М. В. Пути получения высокого и ранозревающего урожая хлопка. «Хлопководство», 1961, № 4.
- Мухамеджанов М. В., Закиров А. З., Пирахунов Т. Применение минеральных и органических удобрений в хлопководстве. В кн. «Интенсификация и химизация орошаемого хлопководства». Ташкент, изд-во. Наука УзССР, 1965.
- Мухамеджанов М. В., Закиров А. З. Температура и развитие хлопчатника. М., изд-во «Колос», 1968.
- Мухамеджанов Р. Полив хлопчатника при разных междурядьях. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1968, № 4.
- Мухамедханов С., Хасанишин Р. Урожайность хлопчатника различного типа ветвления в зависимости от ширины междурядья. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1968, № 11.
- Мухамеджанов М. В., Сулейманов С. М. О ширококорд-

- ном способе возделывания хлопчатника. «Хлопководство», 1970, № 9.
- Мухамеджанов М. В., Сулейманов С. М., Дусмухамедов К., Закиров М. Развитие корневой системы и вынос питательных элементов в зависимости от условий выращивания хлопчатника. Сб. Физиология и биохимия хлопчатника, Ташкент, изд-во «Фан», 1972.
- Мухамеджанов М. В., Сулейманов С. М., Закиров А. З. Физиологические показатели и продуктивность хлопчатника, возделываемого при широких междурядьях и повышенных дозах минеральных удобрений, «Сельскохозяйственная биология», т. VIII, № 3, 1973.
- Мухамеджанов М. В., Закиров А. З., Сулейманов С. М., Эгамбердыев А., Нурматов Р. Влияние уровня плодородия почвы на поглощение хлопчатником азота и фосфора и распределение их в плодовых органах и прилегающих к ним листьях. Узбекский биол. журнал, 1974, № 2.
- Наабер Л. Х. Напряженность действия инвертазы в листьях хлопчатника ДАН УССР, 1953, № 7.
- Надырматов С. Поливы широкорядных посевов. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1971, № 5.
- Назирова Н. Н. Влияние условий пострadiaционного выращивания на сопряженное окислительное фосфорилирование в листьях хлопчатника. «Вопросы физиологии и биохимии хлопчатника», Ташкент, 1969.
- Нам В. М., Турсунбаев К. Экономическая эффективность широкорядных посевов. «Хлопководство», 1964, № 2.
- Насыров Ю. С. Фотосинтез хлопчатника. «Хлопчатник», т. IV, изд. АН УССР, 1960.
- Насыров Ю. С. и др. Передвижение веществ и опадение завязей у хлопчатника. Передвижение веществ у хлопчатника. Тематический сборник. Душанбе, АН ТССР, 1963, № 4.
- Насыров М. И. Режим орошения хлопчатника на типичных сероземах при широкорядных посевах после заделки сидератов. Материалы 6 конф. молодых ученых по с/х Узбекистана, Ташкент, изд-во «Фан», 1971.
- Невская З. Л. Влияние тлей на углеводный обмен хлопчатника. ДАН СССР, т. XVIII, 1945, № 5.
- Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М., изд. АН СССР, 1956.
- Ничипорович А. А., Вийя Н. Влияние азотных удобрений на фотосинтетическую деятельность и урожай сахарной свеклы. «Агрохимия», 1964, № 3.
- Новиков В. А. Причины сбрасывания бутонов и коробочек у хлопчатника и возможные меры борьбы. ДАН СССР, т. XXXII, № 2, 1941а.
- Новиков В. А. Оттягивание воды листьями из плодовых образований хлопчатника. ДАН СССР, т. XXXII, № 4, 1941б.
- Носов А. К. Физиология плодоношения хлопчатника и опадение его плодовых элементов. Материалы объединенной научной сессии по хлопководству, Ташкент, Госиздат УССР, 1958.
- Носов А. К. Вторичные продукты фотосинтеза тонковолокнистого хлопчатника. «Физиология растений», т. VIII, вып. 2, 1961.

- Омельченко В. С. Роль листьев хлопчатника, сопровождающих плодовые органы. Изд. АН УзССР, 1956, № 10.
- Панков А. В. О выборе частей растения для анализа при диагностике потребностей томатов в азоте и фосфоре. «Агрохимия», 1965, № 8.
- Пирахунов Т., Трофимова Р. К. О диагностике потребности хлопчатника в азотных и фосфорных удобрениях. Методы исследований по физиологии и биохимии хлопчатника. Ташкент, изд. АН УзССР, 1959.
- Пирахунов Т. П., Якубова М., Агзамов Б., Якубов Х., Абдувахидова М., Маджитов А. Некоторые стороны фосфорного обмена у хлопчатника в зависимости от условий питания, Ташкент, «Физиология и биохимия хлопчатника», 1972.
- Платонов В. И., Соколов Ф. А., Кучиев Д. Возделывание хлопчатника в бригаде Джавата Кучиева. М., изд-во «Колос», 1965.
- Платонов В. И. Экономическая эффективность производства хлопка на ширококорядных посевах. «Коммунист Узбекистана», 1968, № 7.
- Полторацкий В. В. Взаимодействие минеральных удобрений с другими агротехническими факторами урожайности хлопчатника. Вопросы химизации хлопчатника, научн. бюлл. СоюзНИХИ, 1936.
- Понятовский С. В. Опыт изучения хлопководства в Туркестане и Закаспийской области, 1913.
- Попова Е. А., Самиев Х. С. Водный режим и продуктивность хлопчатника при различном водоснабжении и азотно-фосфорном питании, Ташкент, АН УзССР, 1970.
- Попова Е. А., Трофимова Р. К., Мавжудова Н. Г., Джуроева Д. А. К вопросу о влиянии концентрации питательных растворов на хлопчатник. «Физиология и биохимия хлопчатника», Ташкент, 1972.
- Попова М. В. Влияние световых и температурных факторов на содержание зольных элементов в молодом растении. Известия ТСХА, вып. II, 1971.
- Потапов Н. Г. Корень как орган синтеза сложных органических соединений. Тезисы докладов, Л., вып. II, 1958.
- Потапов Н. Г., Суманова В. Е. Характеристика питания растений по анализу пасоки. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью, М., Изд. АН СССР, 1963.
- Потапов Н. Г. Основные закономерности поглощения минеральных веществ корневой системой. Физиология сельскохозяйственных растений. Изд. МГУ, 1967.
- Починок Х. Н., Гуляев Б. И., Оконенко В. С., Маховская М. А., Погальская В. И., Смелянская Е. П. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза и использование солнечной энергии кукурузы при различной густоте посева и уровне удобрения. Киев, В сб. «Фотосинтез и пигменты как факторы урожая», 1965.
- Прокофьев А. А., Соболев А. М. О передвижении фосфора из листьев в семена. «Физиология растений», т. IV, вып. 1, 1957.
- Прокофьев А. А., Кац К. М., Рыбалкова Б. А. Транспи-

- рация плодов как показатель уровня их метаболизма. В сб. «Физиология и биохимия здорового и больного растения». Москов. университет, 1970.
- Прокофьев А. А., Игамбердыева Д. И. Содержание ассимилятов в опадающих и сохраняющихся плодовых органах хлопчатника. «Физиология растений», 1971, № 5.
- Протасов В. П., Яровенко Г. И. О формах азотных удобрений под хлопчатник при основном их внесении. «Хлопководство», 1955, № 6.
- Прянишников Д. Н. Частное земледелие, М., 1929.
- Прянишников Д. Н. Избранные сочинения, М., т. 1, изд. АН СССР, 1951.
- Прянишников Д. Н. Избранные сочинения, М., Частное земледелие, т. II, изд-во «Колос», 1965.
- Рабинович И. Э. Развитие хлопчатника в различных условиях затенения. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1938 № 11.
- Ратнер Е. И. О влиянии азота на развитие растений и о зависимости действия стимуляторов роста от условий минерального питания. Труды ин-та физиол. растений АН СССР, вып. II, 1954.
- Ратнер Е. И. Метаболическая активность корней и ее роль в усвоении растениями элементов минерального питания. Л., Тезисы докладов, вып. II, 1958.
- Рубин Б. А. Физиология корневого питания растений. «Земледелие», 1964, № 2.
- Рубин Б. А. Курс физиологии растений, 1971.
- Рыжков С. Н., Жиемуратов И. Зависимость роста, развития урожайности хлопчатника от концентрации и осмотического давления почвенного раствора. Узбекский биологический журнал, 1968, № 5.
- Рыжков С. Н., Зиминая Н. И. Эффективность применения удобрений под хлопчатник при одностороннем и смешанном засолении почвы. Докл. ВАСХНИЛ, 1971, № 3.
- Сабинин Д. А. Принципы и методика изучения минерального состава пасоки. Бюлл. отдела земледелия, Л., изд. ин-та опытной агрохимии, 1928, № 15.
- Сабинин Д. А. Диагностирование потребности растений в удобрениях по физиологическим признакам. «Химизация социалистического земледелия», 1932, № 1.
- Сабинин Д. А. и др. Влияние азотистых и фосфорнокислых удобрений на урожай хлопчатника в условиях вегетационного опыта. Ташкент. Труды СредазНИХИ, вып. 37, 1931.
- Сабинин Д. А. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. М.-Л., изд. АН СССР, 1949.
- Сабинин Д. А. Физиологические основы питания растений. М., 1955.
- Саипназаров А. Широкоядные посевы хлопчатника в Аккурганском районе. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1968, № 11.
- Саипназаров А. Перспективная схема размещения растений. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1969, № 12.
- Сайфи Э. Х., Богданов М. Т., Габдурашидов И. М., Грачева Т., Логачев В. П. Некоторые результаты возделывания хлопчатника при широких междурядьях. Механизация хлопководства, 1962, № 9.

- Самиев Х. С., Чеснокова В. Г. Дыхание различных сортов хлопчатника в зависимости от обезвоживания листьев в условиях гидрогравийной культуры. Ташкент, «Физиология и биохимия хлопчатника», 1972.
- Сапегин А. А. Закон урожая. Труды Одесской с/х станции, вып. 7, 1922.
- Сатклифф Дж. Поглощение минеральных солей растениями. М., изд-во «Мир», 1964.
- Сафиуллин Н. М. Применение минеральных удобрений под хлопчатник при различной ширине междурядий в условиях луговосероземных почв Самаркандской области. Автореф. канд. диссертации, Ташкент, 1972.
- Сейдов Г. А., Зайцев В. С. Результаты первых опытов посева хлопчатника с широкими междурядьями. «Хлопководство», 1961, № 4.
- Симонгулян Н. Г. Влияние различного светового режима на развитие хлопчатника. Узбекский биологический журнал, 1964, № 4.
- Скляр А. Н. Густота стояния хлопчатника. Годовой отчет ЦСМаХ СоюзНИХИ за 1938 г.
- Сметов И. Ширококорядные посевы в Каракалпакии. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1968, № 2.
- Смирнов П. Ф., Фруктова Н. И., Чжан Ин-дэ. Развитие и поглощающая деятельность корней кукурузы и усвоение растениями аммиачного азота и фосфора из раствора адсорбентов при различных условиях питания в первый период роста. Докл. ТСХА, вып. 89, 1963.
- Спивак Х. С., Зайченко А. П. Сезонная динамика подвижных форм азота и урожай озимой пшеницы на орошаемых южных черноземах Украины в зависимости от удобрений. «Агрохимия», 1971, № 12.
- Станков Н. З. Корневая система полевых культур. М., изд-во «Колос», 1964.
- Старов П. Жирование хлопчатника и меры борьбы с ним. «Хлопководство», 1952, № 12.
- Стебут И. А. Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России, М., т. I, II, 1884.
- Строгонова Л. Е. О фотосинтезе кукурузы в полевых условиях. В кн. «Фотосинтез и вопросы продуктивности растений», 1963.
- Сулейманов С. М. Содержание нитратов и фосфатов в листьях хлопчатника и изменение сосущей силы их в зависимости от уровня азотного питания и ширины междурядий. М., Деп. ВИНТИ, 1968, № 278.
- Сулейманов С. М., Садырбаев Ж., Салахутдинов С. Об особенностях плодоношения хлопчатника, возделываемого при широких междурядьях в условиях повышенных норм азотного питания. М., Деп. ВИНТИ, 1968, № 278.
- Сулейманов С. М. Влияние условий среды на поступление азота и фосфора в хлопчатник. ДАН УзССР, 1970, № 1.
- Сулейманов С. М. Питание хлопчатника при разных междурядьях. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1970, № 7.
- Сулейманов С. М. Роль питательных веществ в накоплении плодоеlementов хлопчатника. ДАН УзССР, 1971, № 12.

- Сулейманов С. М. Динамика накопления / коробочек у хлопчатника в зависимости от норм удобрений и ширины междурядий, Ташкент, УзНИТИ, 1972.
- Сулейманов С. М., Закиров М., Дусмухамедов К. Применение повышенных норм минеральных удобрений под хлопчатник при широких междурядьях. ДАН УзССР, 1973, № 11.
- Сулейманов С. М. Эффективность широких междурядий. «Экономика и жизнь», 1974, № 5.
- Султанов С. Раскрытие цветка хлопчатника под воздействием внешних факторов. «Хлопководство», 1970, № 12.
- Сургучева М. П. Фосфорный обмен в плодах и листьях яблони в связи с их ростом и опадением. Физиология растений, т. XIX, вып. 2, 1972.
- Сус Н. Н. Использование интенсивности плача растений для оценки мощности корневых систем, «Физиология растений», т. III, IV, 1957.
- Тер-Оганов. Обработка хлопковых плантаций в имении Нораван Борчалинского уезда. Труды съезда хлопководов в г. Тифлисе 1912 г., Тифлис, 1914.
- Тимирязев К. А. Избранные сочинения, т. I, 1948.
- Тодоров Н. А., Нешина А. Н. К вопросу о приемах, ускоряющих развитие хлопчатника. Труды Аккавакской центр. агротехстанции. СоюзНИХИ, Ташкент, изд. САГУ, 1955.
- Тодоров Н. А., Нешина А. Н. Действие кратковременного перерыва в освещении при разной температуре на опадение плодовых органов у хлопчатника. Ташкент, Труды САГУ им. В. И. Ленина, новая серия, вып. CXVI, книга 26, 1957.
- Тодоров Н. А., Имамалиев А. Влияние температуры на развитие волокна зародышей хлопчатника в коробочках, отделенных от растений. Ташкент, Труды САГУ, новая серия, 1957.
- Тошевикова А. Г., Мансурова А. Ф. Динамика накопления веществ в семенах скороспелого и позднеспелого сортов хлопчатника в процессе их созревания. Ташкент, Труды САГУ им. В. И. Ленина, вып. CXVI, книга 26, Ташкент, 1957.
- Трофимова Р. К. Методы определения нитратов и фосфатов в листьях хлопчатника. Методы исследования по физиологии и биохимии хлопчатника. Ташкент, изд. АН УзССР, 1959.
- Трофимова Р. К., Попова Е. А. и др. Распределение неорганического фосфора по органам хлопчатника в период плодообразования. «Вопросы физиологии и биохимии хлопчатника», Ташкент, изд-во «Фан», 1969.
- Трубецкова О. М. Корневая система растений как орган снабжения надземных органов питательными веществами и водой. «Физиология растений», вып. 5, 1965.
- Трушкин А. В., Вахидов Г. Изучение агрофизических свойств почвы при различной ширине междурядий. «Хлопководство», 1971, № 2.
- Туева О. Ф. О структуре урожая хлопчатника при различной агротехнике. «Советский хлопок», 1938, № 7.
- Туева О. Ф. Фосфор в питании растений. Изд-во «Наука», М., 1966.
- Туманов И. И. Причины гибели растений в холодное время года и меры ее предупреждений. М., изд-во «Знание», 1955.

- Учеваткин Ф. И., Бородулина А. А., Руми В. А. Влияние температуры и влажности воздуха на опадение завязей у хлопчатника. ДАН УзССР, 1954, № 8.
- Учеваткин Ф. И., Бородулина А. А. Изучение причин и способов снижения опадения завязей у хлопчатника. В кн. «Меченые атомы в исследованиях питания растений и применения удобрений», 1955.
- Федоров И. М. Нормы высева овса. В кн. «Норма высева зерновых культур», М., 1964.
- Филиппова Р. И. Особенности обмена веществ растений баблужанов в связи с опадением их репродуктивных органов и условиями выращивания. Автореферат канд. диссертации, Кишинев, 1967.
- Филиппова Н. А., Филиппов Л. А. Соотношение между содержанием азота, фосфора и калия в листьях и флешках чайного растения. Доклады ВАСХНИЛ, 1971, № 10.
- Фирсов Б., Троицкий А. Особенности агротехники хлопчатника при узкорядных посевах и квадратно-гнездовом способе размещения растений. «Хлопководство», 1954, № 12.
- Фирсов Б. П. Техника полива и режим орошения хлопчатника в США. «Хлопководство», 1960, № 4.
- Хайдаров А. Х. Использование агрегатов на посевах с широкими междурядьями. Вопросы механизации сельского хозяйства, вып. 31, Ташкент, изд-во «Фан», 1968.
- Хлебутин Л. К. Загущенные посевы хлопчатника. «Сельское хозяйство за рубежом», 1972, № 2.
- Хлюстова Т. М., Тарчевский И. А. Влияние высокой температуры на распределение C^{14} среди продуктов фотосинтеза листьев в изолированных хлоропластах шпината. «Физиология растений», т. XIX, вып. 2, 1972.
- Ходжаев А. С., Рахманкулова М. Е. Влияние освещенности и питания на активность хлорофиллазы, содержание пигментов и их состояние в листьях хлопчатника. «Физиология и биохимия хлопчатника», Ташкент, 1972.
- Холматов Д. Об одиночном размещении растений хлопчатника в рядках. «Хлопководство», 1951, № 6.
- Церлинг В. В. и др. Исследование обмена растений в зависимости от возраста, доз и сроков внесения удобрений с использованием изотопа № 15. «Физиология растений», т. IV, вып. 1, 1957.
- Церлинг В. В., Горшкова А. М. Использование анализов растений для характеристики доступности азота, фосфора и калия почвы. «Почвоведение», 1971, № 5.
- Цивинский В. И. К изучению морфологии и физиологии корневой системы хлопчатника. Москва—Ташкент, САОГИЗ, 1933.
- Чесноков В. А., Рахимов Г. Влияние условий выращивания растений на активность фотосинтетического аппарата. «Вестник ЛГУ», 3, вып. 1, 1964.
- Чуманов Я. И. Удобрение хлопчатника в условиях орошения. Сельхозгиз, 1953.
- Чурляев А., Парватов Е. Размещение хлопчатника на широкорядных посевах. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1968, № 12.

- Чурляев А., Парватов Е. Водно-солевой режим почвы на ширококорядных посевах. «Хлопководство», 1969, № 1.
- Шардаков В. С. Водный режим и определение сроков полива хлопчатника, Ташкент, 1953.
- Шафрин А. Н. Квадратно-гнездовой сев хлопчатника. Ташкент, Госиздат УзССР, 1961.
- Шахов А. А. Энергетика и взаимосвязь светового и корневого питания растений. М., Растения и среда, т. IV, изд. АН СССР, 1962.
- Шерматов А. Ширококорядные посевы в совхозе «Кызыл рават», «Сельское хозяйство Узбекистана», 1969, № 7.
- Шлейхер А. И. Строение и развитие хлопчатника. В кн. «Хлопководство», Ташкент, часть II, Госиздат УзССР, 1952.
- Шредер Р. Движение листьев хлопка. Изв. Турк. опытной станции, вып. 1, 1911, № 1.
- Шредер Р. Опыты 1911 года с густотой посадки и с числом растений в кусте. Изв. Туркестанской сельскохозяйственной опытной станции, Ташкент, вып. 4, 1913а.
- Шредер Р. Опыты с чеканкой хлопка в 1911 году. Изв. Туркменской сельскохозяйственной опытной станции, Ташкент, вып. 4, 1913б.
- Шредер Р. Из опытов и наблюдений по полеводству за 1912 г. Изв. Туркестанской сельскохозяйственной опытной станции, Ташкент, вып. 8, 1915.
- Штраусберг Д. В. О некоторых особенностях питания и азотного обмена у помидоров при пониженных температурах среды. В кн. «Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений», 1964.
- Шульц Г. Э., Щеглова В. Ф. К вопросу об опадении завязей у длинно-волокнистого хлопчатника. Сообщение Тадж. филиала АН СССР, вып. 10, 1948.
- Шмук А. А., Смирнов А. И., Ильин Г. С. Образование никотина в растении, привитом на табаке. ДАН СССР, т. XXXII, 1941.
- Эгамбердиев А. Р., Алиев К. А., Насыров Ю. С. О передвижении продуктов фотосинтеза (C^{14}) из листьев в коробочки хлопчатника. Душанбе. Тематич. сборник отдела физиол. и биофизики растений АН Тадж. ССР, 1963, № 4.
- Эльзенгр Т. Э., Файзуллаев А. Ф., Искандеров Г. Об эффективности ширококорядных посевов в Азербайджане. «Хлопководство», 1966, № 6.
- Эргашев Э. А., Ишанов Х. Б., Ландес Г. А. Ширококорядные посевы в совхозе «Хазарбаг». «Хлопководство», 1965, № 5.
- Юлдашев С. Полегание хлопчатника и меры его преодоления. Изд. АН УзССР, 1952.
- Юлдашев С. Х., Акчурин Н. А. Влияние затенения на углеродный обмен и полегание хлопчатника. ДАН УзССР, 1963, № 2.
- Юлдашев С. Влияние размещения растений на формирование устойчивой к полеганию структуры куста хлопчатника. Узбекский биологический журнал, 1964а, № 3.
- Юлдашев С. Закономерности развития хлопчатника при различном размещении растений в гнезде. «Хлопководство», 1964б, № 5.
- Юлдашев С. Х. Полегаемость хлопчатника и пути ее снижения. Ташкент, изд-во «Фан» УзССР, 1966.

- Юлдашев С. Х., Назаров М. Влияние ширины междурядий и доз минеральных удобрений на морфологию и энергию прорастания семян хлопчатника Узб. биол. журнал, 1971, № 2.
- Юсупов У. Внедрить передовую агротехнику на хлопковых полях. Ташкент, Узгосиздат, 1941.
- Языков П. П., Филиппенко Г. И. Чеканка хлопчатника в Средней Азии. Ташкент, СоюзНИХИ, 1937.
- Языков П. П., Мухамеджанов М., Авдеев А. Перекрестная обработка хлопчатника. Ташкент, Гос с/х издат. УзССР, 1940.
- Языков П. П., Александров М. К., Никольский В. В., Ибрагимов Ш., Попова П. Я. Густота стояния хлопчатника, Ташкент, изд АН УзССР, 1953.
- Языков П. П. Материалы объединенной научной сессии по хлопководству, Ташкент, 1958.
- Яллаев С. Выгоды широкорядных. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1970, № 12.
- Яровенко Г. И. Роль аммиачного и нитратного азота в питании хлопчатника на карбонатных почвах Ср. Аз. «Химия в сельском хозяйстве», 1965, № 2.
- Яровенко Г. И. Сроки и способы внесения минеральных удобрений под хлопчатник, Ташкент, изд-во «Узбекистан», 1965.
- Ярославцева Н. О влиянии различной густоты посадки на сортах хлопчатника с плотным и рыхлым строением куста. «Хлопковое дело», 1923, № 3—4.
- Ясинский М. А. Важнейшие вопросы агротехники озимой пшеницы на Востоке. «Советская агрономия», 1940, № 7.
- Яхтенфельд П. А. Площади питания под хлопчатник в 1927 г. «Хлопковое дело», 1928, № 5—6.
- Ячева Л., Стоянов П., Ячев С. Определение потребности растения в удобрениях путем анализа сока восходящего тока. «Агрохимия», 1971, № 12.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
Глава I. История вопроса размещения растений на хлопковом поле	6
Густота стояния (количество растений на 1 га)	6
Ширина междурядий	20
Расстояние междугнездий	43
Глава II. Роль света, температуры и влажности воздуха в жизни растений	48
Свет	48
Температура	60
Влажность воздуха	67
Глава III. Влияние ширины междурядья и густоты стояния растений на микроклимат хлопкового поля	71
Освещенность	72
Температура почвы	78
Температура воздуха	83
Влажность воздуха	84
Глава IV. Влияние ширины междурядья и условий питания на рост, развитие корневой системы и ее физиологическую функцию	88
Рост и развитие корней	91
Накопление сухой массы корней	96
Поступление питательных веществ через корневую систему в надземную часть хлопчатника	101
Азотно-фосфорный обмен в корнях	109
Содержание нитратов и фосфатов в почве	117
Глава V. Поступление и распространение питательных веществ между органами хлопчатника в зависимости от условий выращивания	122
Содержание нитратов и фосфатов в листьях хлопчатника	122
Содержание различных форм азота и фосфора в листьях по фазам развития хлопчатника	125
Содержание углеводов	130
Потребление азота, фосфора и углеводов плодами, органами и прилегающими к ним листьями хлопчатника	133

	Общее потребление хлопчатником азота и фосфора	157
Глава VI.	Влияние отдельных условий возделывания на фотосинтез хлопчатника	161
	Формирование листового аппарата	161
	Хлорофиллы и каротиноиды	166
	Интенсивность фотосинтеза	170
	Интенсивность дыхания листьев хлопчатника	173
	Накопление органического вещества	175
Глава VII.	Влияние различного уровня питания и ширины междурядья на рост и развитие хлопчатника	178
	Рост и развитие хлопчатника	178
	Продуктивность растений	189
	Формирование семян и технологические качества хлопкового волокна	191
	Экономическая эффективность широкорядных посевов	194
	Изменение густоты стояния и ширины междурядья в зависимости от особенностей сортового состава и требования комплексной механизации	197
Выводы		202
Л и т е р а т у р а		208

Мирза-Али Валиевич Мухамеджанов,
Султанмурат Миннигалимович Сулейманов

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА В ПОСЕВАХ

Редактор Р. Рахманова
Художник А. Алимджанов
Худ. редактор О. Саибназаров
Техн. редактор В. Демченко
Корректор Л. Федотова

Сдано в набор 27/III-1975 г. Подписано в печать 13/X-1975 г. Формат 84×108¹/₃₂ № 1. Физ. печ. л. 7,0. Усл. печ. л. 11,76. Уч. изд. л. 11,69. Тираж 3000. Р10912. Издательство „Узбекистан“, Ташкент, Навои, 30. Договор № 468-74.

Типография № 1 Госкомитета Совета Министров УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. г. Ташкент, ул. Хамзы, 21. Заказ № 729. Цена 80 к.

