

МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ КООРДИНАЦИОННАЯ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КОМИССИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (МКВК)
ШВЕЙЦАРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО РАЗВИТИЮ И СОТРУДНИЧЕСТВУ
(SDC)
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ
(IWMI)
НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР МКВК (НИЦ МКВК)

**Проект «Интегрированное управление водными ресурсами
в Ферганской долине (ИУВР-Фергана)»**

**ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР В ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЕ
ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ.
РОЛЬ ВОДЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ**

Ташкент – 2006 г.

ИСПОЛНИТЕЛИ

Руководитель проекта «ИУВР-Фергана»,
проф.

В.А. Духовный

Региональный координатор проекта

В.И. Соколов

Руководитель деятельности

Ш.Ш. Мухамеджанов

Консультант

С.А. Нерозин

ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЕ ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ. РОЛЬ ВОДЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

Растения, как и все живые организмы, состоят прежде всего из воды, которая составляет 75-90 % от их веса. Из вегетативных органов наиболее богаты водой листья, в которых ее содержание достигает 85 %.

В плодах содержание воды достигает: картофель - 80 %, арбузы - 92 %, томаты - 94 %, огурцы - 96 %.

Из одного литра воды растением используется всего 2,0-3,0 г на синтетические процессы (создание сухого вещества), остальная вода испаряется из растения путем транспирации.

Вода необходима растениям для процесса фотосинтеза, создания органических соединений, растворения зольных элементов и органических компонентов, она является основной средой для прохождения биохимических и биофизических реакций в клетках растительного организма и участвует во многих жизненных процессах.

ТРАНСПИРАЦИЯ

Испарение влаги зелеными листьями (транспирация) является важным физиологическим процессом, благодаря которому обеспечивается водообмен в растениях, создается непрерывный ток воды с растворенными питательными элементами от корней к наземным органам и листьям.

Транспирация – важнейшее средство защиты листьев от перегрева солнечными лучами. Каждая клетка или целый орган растения с определенной силой забирает и удерживает воду, что создает сосущую силу в растении, с помощью которой испарение воды через листья компенсируется ее поглощением через корни.

Молодые листья испаряют воды больше, чем старые. Один и тот же лист с нижней поверхности испаряет воды в 2,5-4,0 раза больше, чем с верхней. Одно растение за вегетационный период (хлопчатник, кукуруза, подсолнечник) затрачивает на транспирацию около 170-190 литров воды.

Таким образом, в процессе жизни деятельности растений вода непрерывно расходуется и вновь возмещается, поступая из почвы.

Таблица 1 - Коэффициент транспирации (K_t) у культурных растений (расход воды в граммах на создание одного грамма сухой массы)

Культура	K_t (грамм)
Кукуруза	368
Пшеница	513
Подсолнечник	790
Ячмень	431
Картофель	636
Гречиха	578
Хлопчатник	645
Рис	410
Люцерна	831

УРОВЕНЬ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Размеры корневой системы растений и распространение корней в почве не являются постоянными, а зависят от условий, в которых развивается растение. В почве, содержащей мало воды, корни, слабо разветвляясь в верхних горизонтах, уходят за водой в нижние, менее плодородные слои почвы. Поэтому при орошении корни обычно хорошо распространяются в верхних горизонтах и полнее используют их плодородие.

Количество воды, подаваемое при искусственном орошении, во многом определяет развитие корневой системы. Так мочковатая корневая система кукурузы (рисунок 1) имеет вдвое больший объем поглощения влаги из почвы при обильном орошении (5 поливов за вегетацию) по сравнению с корневой системой сформировавшейся при двух поливах. Аналогичная картина наблюдается и у зерноколосовых культур (рисунок 2).

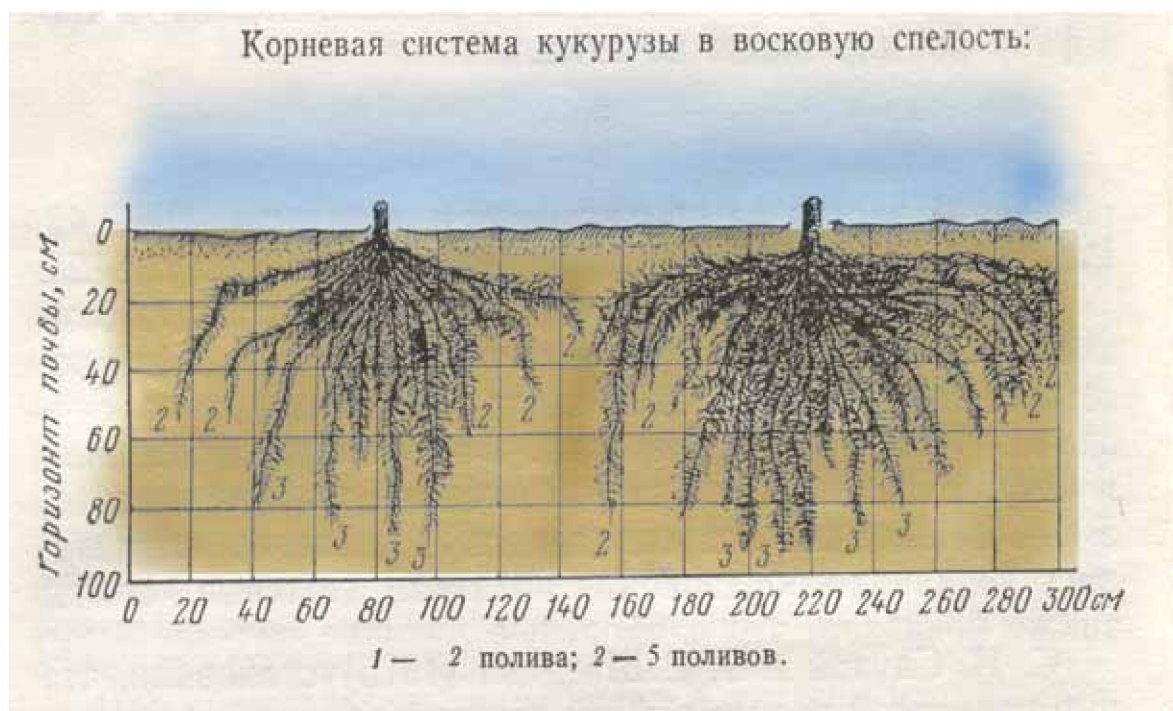


Рис. 1

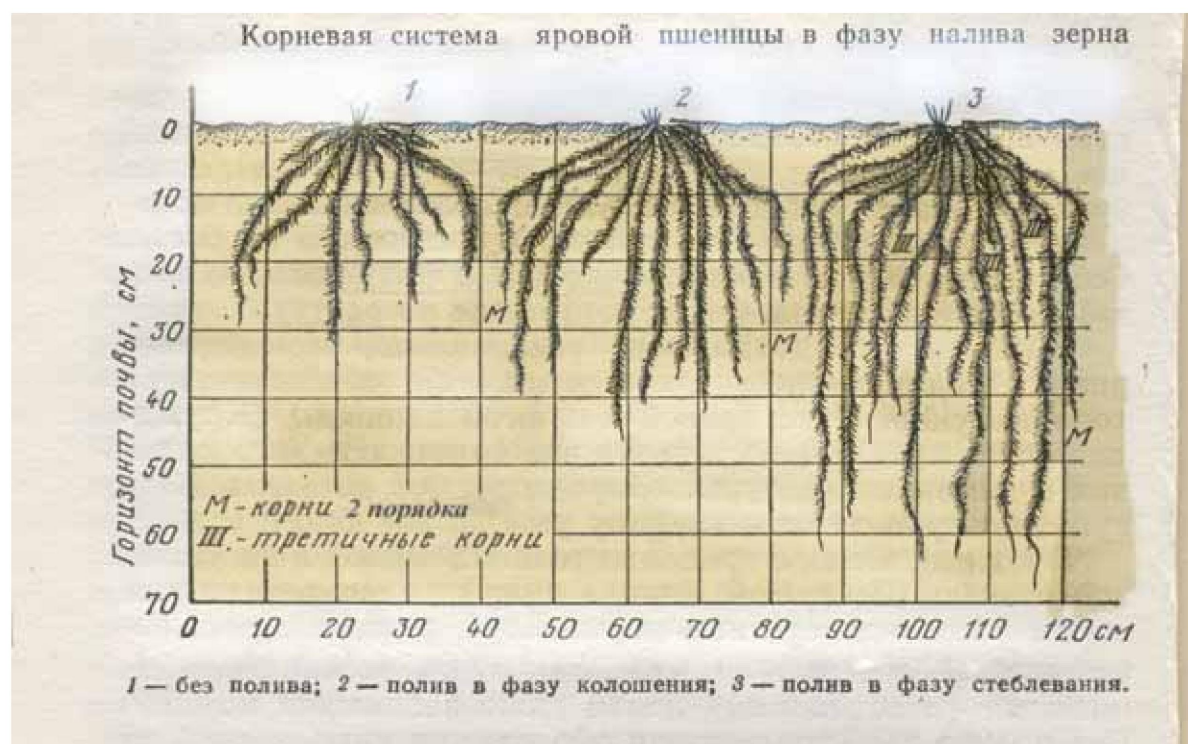


Рис. 2

При поливах сельскохозяйственных культур через борозду наблюдается активное развитие корневой массы в сторону поливаемой борозды. На рисунке 3 видно, что корневая система хлопчатника, при постоянных по-

ливах через одні і те ж борозди, формується головним образом вувлажнюваній зоні ґрунтового ґрунту.

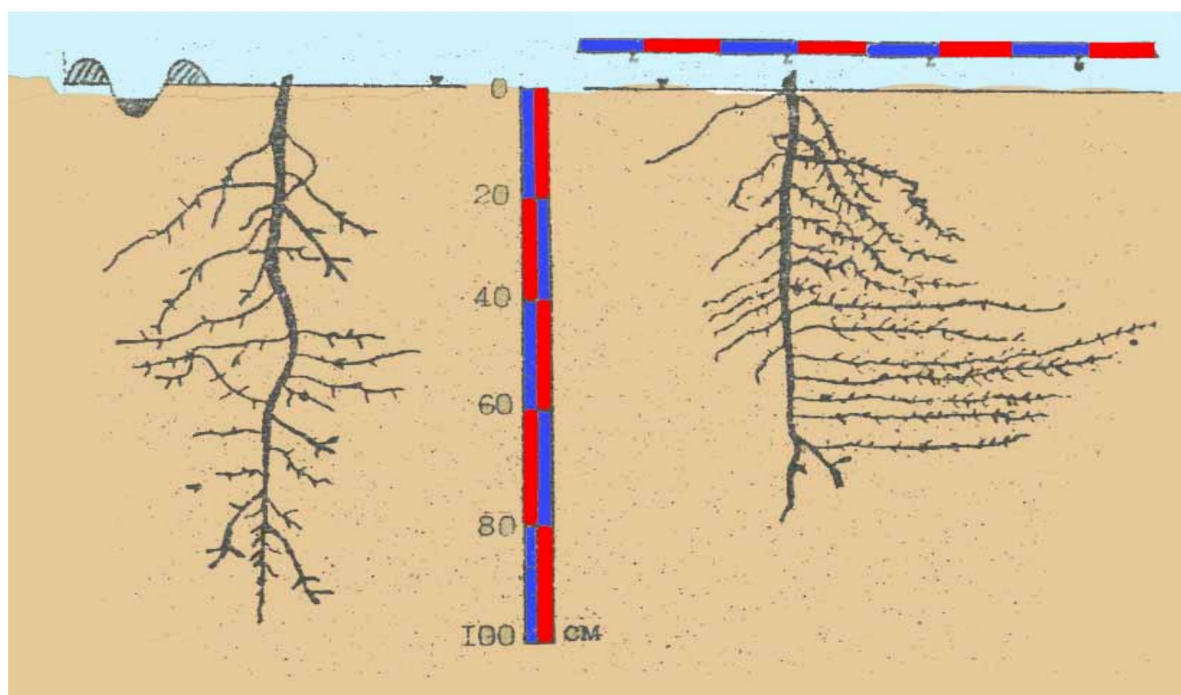


Рис. 3

ВОДА И ПОЧВА

В условиях орошаемого земледелия, через день после проведения грузного полива, почва полностью насыщена влагой (верхний уровень увлажнения), что соответствует понятию предельно полевой влагоёмкости. Из данных приведенных в таблице 2 видно, что большую влагоёмкость (способность удерживать влагу) имеют глинистые (тяжелые по механическому составу) почвы (22-25 % от веса почвы) и значительно меньшая влагоёмкость (10-13 % от веса почвы) отмечается на легких почвах супесчаных и песчаных. У всех культурных растений после использования запасов доступной воды из почвы начинается процесс завядания. В таблице 2 приведены пределы влажности различных почв, при которых начинается завядание.

**Таблица 2 - Величины полевой влагоёмкости и влажности
завядания основных почвенных разностей орошаемых почв
(в % к весу почвы)**

Почвы	Полевая влагоём- кость	Влаж- ность завяда- ния	Почвы	Полевая влагоём- кость	Влаж- ность завяда- ния
Серозёмы:			Луговые и болотные		
Глинистые	25	13	Глинистые	27	14
Тяжело- суглинистые	22	10	Тяжело- суглинистые	24	12
Средне- суглинистые	19	8	Средне- суглинистые	21	9
Легкосуглинистые	16	6	Легкосуглинистые	18	7
Супесчаные	13	4	Супесчаные	15	5
Песчаные	10	2	Песчаные	12	3

Трансформируя эти цифры можно перейти к более понятным показателям запасов влаги в почве, выраженные в м³/га (таблица 3). Вычитая из сложившихся запасов влаги (при 100 % полевой влагоемкости) количество воды при снижении влажности почвы до 70 % (после которой начинается завядания) мы можем ориентировочно определить дефицит влаги или размер очередной поливной нормы в м³/га.

**Таблица 3 - Запас влаги в метровом слое почвы (м³/га)
в зависимости от механического состава**

Почва	Запас влаги или полевая влажность (100 %)	Допустимое понижение влажности почвы (70 %)	Дефицит влаги или поливная норма (30 %)
Глинистые	3630	2541	1089
Тяжелосуглинистые	3190	2233	957
Среднесуглинистые	2870	1946	834
Легкосуглинистые	2320	1624	696
Супесчаные	1890	1323	567
Песчаные	1450	1015	435

ПОСТУПЛЕНИЕ ВОДЫ В РАСТЕНИЕ

Специализированным растительным органом поглощения воды из почвы является корневая система. Она способна многочисленными, очень мелкими, корневыми волосками поглощать из почвы влагу и элементы минеральной пищи. Эти корневые волоски исчисляются несколькими миллиардами на одно растение и создают большую поглощающую поверхность, с помощью которой происходит поступление воды в растение. Таким образом, количество поступающей воды напрямую связано с развитием (мощности) корневой системы.

Поступление воды происходит за счет возникающей сосущей силы растения (эта сила выражается в атмосферах), показатели которой должны превышать водоудерживающую способность почвы. Величины сосущей силы не одинаковы для различных сельхозкультур и изменяются по фазам их развития. Каждая клетка или целый орган растения с определенной силой забирает и удерживает воду. Это сосущая сила зависит от условий водоснабжения растений. При обильном водоснабжении сосущая сила листьев мала, при плохом водоснабжении она возрастает тем больше, чем менее насыщены клетки растений водой. Если растение испытывает недостаток в

воде, то сосущая сила его клеток возрастает, и они большей силой притягивают к себе воду из почвы. Показатели сосущей силы хлопчатника, кукурузы, свеклы и пшеницы в вегетационный период приведены на рисунках 4-7.

Поглощение воды и ее поднятие вверх по растению осуществляется в результате совместного действия двух факторов: корневого давления и присасывающей силы листьев, которая образуется при транспирации. Способность корней поглощать воду из почвы и проталкивать ее по специальным сосудам вверх по стеблю можно проследить при подрезании стебля любого растения. При этом можно видеть, что продолжительное время из места разреза начинают вытекать капли жидкости (пасока). Силой, заставляющей пасоку подниматься от корней, является корневое давление, которое обычно составляет 1-3 атмосферы. Испарение воды листьями (транспирация) создает в растении основную силу, подсасывающую воду из почвы. Так, за вегетацию общая сосущая сила у кукурузы и свеклы составляет 6-10 атмосфер, у хлопчатника – от 10 до 17 атмосфер, у зерноколосовых – от 8 до 15 атмосфер.

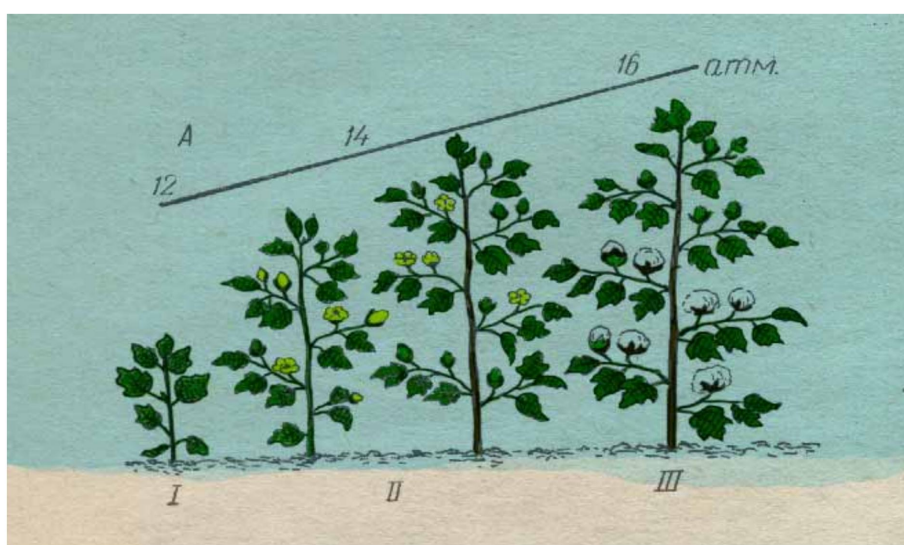


Рис. 4. Величина сосущей силы листьев и предполивная влажность почвы у хлопчатника

I. От всходов до цветения (75 % от ПВ)

II. Цветение - плодообразование (70 % от ПВ)

III. Созревание (65 % от ПВ)

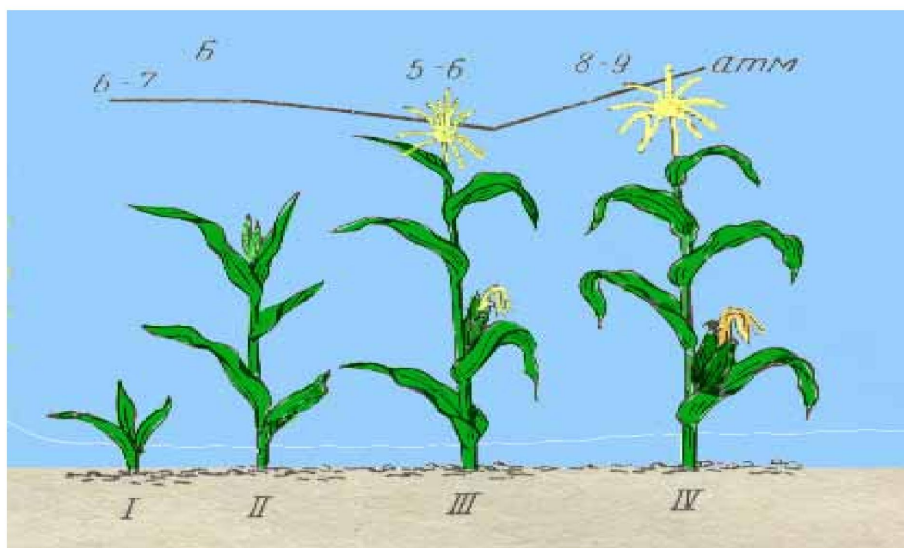


Рис. 5. Величина сосущей силы листьев и предполивная влажность почвы у кукурузы

- I. Всходы – появление пасынков (65-70% от ПВ)
- II. Появление пасынков – выметывание метелок (65-70% от ПВ)
- III. Выметывание метелок – потемнение нитей (70-75% от ПВ)
- IV. Налив зерна – молочная спелость (60-65% от ПВ)

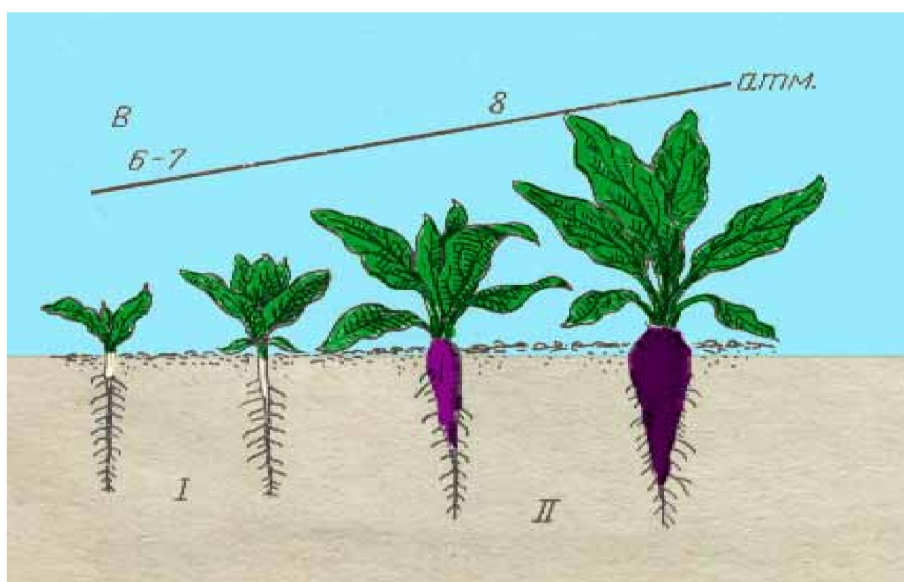


Рис. 6. Величина сосущей силы листьев и предполивная влажность почвы у свеклы

- I. Листообразование (70-75% от ПВ)
- II. Рост корнеплодов (65-70% от ПВ)

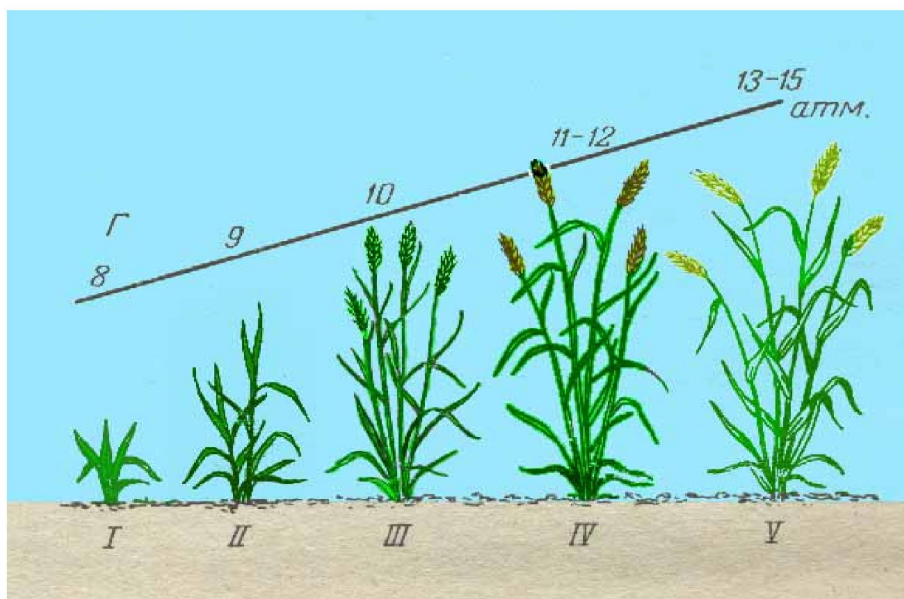


Рис. 7. Величина сосущей силы листьев и предполивная влажность почвы у пшеницы

- I. Кущение (65-70% от ПВ)
- II. Выход в трубку (70-75% от ПВ)
- III. Колошение (70-75% от ПВ)
- IV. Налив зерна (65-70% от ПВ)
- V. Молочная спелость (65% от ПВ)

Таблица 4 - Изменение сосущей силы листьев хлопчатника при различной влажности почвы

Фаза развития	Влажность почвы от полей влагоемкости, %		
	60	70	80
	Сосущая сила, атм.		
Бутонизация	12	11	7
Цветение	16	14	10
Созревание	16	14	12

Из приведенных данных совершенно очевидно, какую огромную роль играют листья и корневая система в водном режиме растений. В связи с этим нельзя допускать загрязнения листьев дорожной пылью и различные механические повреждения.

Что касается корневой системы, то для неё также необходимо создавать благоприятные условия, способствующие мощному и непрерывному ее росту с тем, чтобы она имела большую поглощающую поверхность.

ПОТРЕБНОСТЬ РАСТЕНИЙ В ВОДЕ

От нормального содержания воды зависит общий уровень физиологической активности растений. Необходимо обеспечивать потребности растительного организма в воде на всех этапах его развития, причем особое внимание должно уделяться так называемым критическим периодам растения по отношению к влаге.

Так, например, для пшеницы (рисунок 8) наиболее ответственными периодами являются:

- дифференциация зачаточного колоса, совпадающая обычно с началом фазы кущения;
- заложение генеративных органов, совпадающее с фазой стеблевания;
- фаза цветения;
- формирование (налив) зерна в фазу формирования урожая.

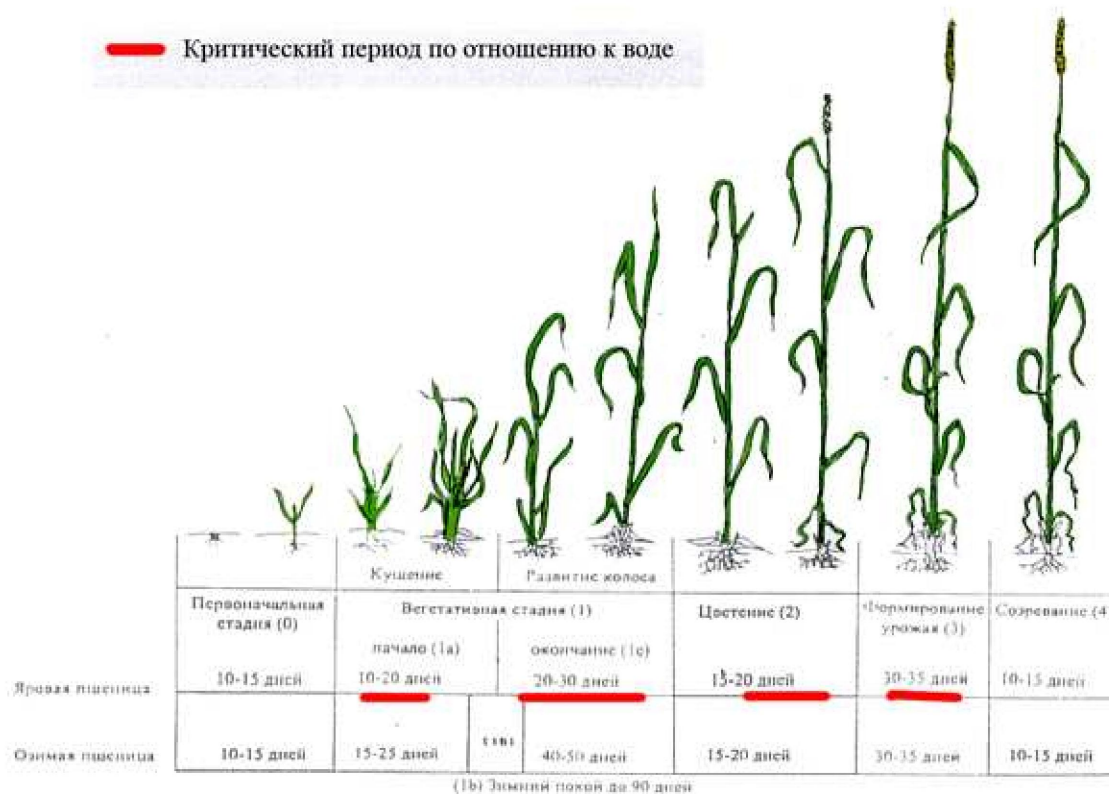


Рис. 8. Стадии развития озимой и яровой пшеницы

Дефицит влаги в почве в указанные периоды может существенно снизить продуктивность растений. Так при недостаточном водоснабжении озимой пшеницы в фазу стеблевания и цветения снижается урожайность этой культуры до 40-60 %. В таблице приведены рекомендуемые сроки и нормы полива для пшеницы, а также зона увлажнения этой культуры в период вегетации.

Таблица 5 - Рекомендуемые сроки и нормы полива для озимой пшеницы

№ полива	Стадия развития	Поливная норма (м³/га)	Зона увлажнения (см)
0	Влагозарядка (до посева)	1000-1200	100-110
1	Кущение	600	40-45
2	Перед колошением	700	70-80
3	Цветение	750-800	80-100
4	Налив зерна	800-850	100-110

У хлопчатника в первой фазе развития происходит формирование вегетативных органов куста и корневой системы. В этот период очень важно создать такие благоприятные условия режима орошения, при которых проходил бы умеренный рост вегетативных органов куста и сравнительно мощное развитие корневой системы.

Избыточная влажность корнеобитаемого слоя почвы в этот период может вызвать бурный рост растений с длинными междоузлиями, достигающими 5-6 см, высокой закладкой плодовых ветвей в ущерб урожаю.

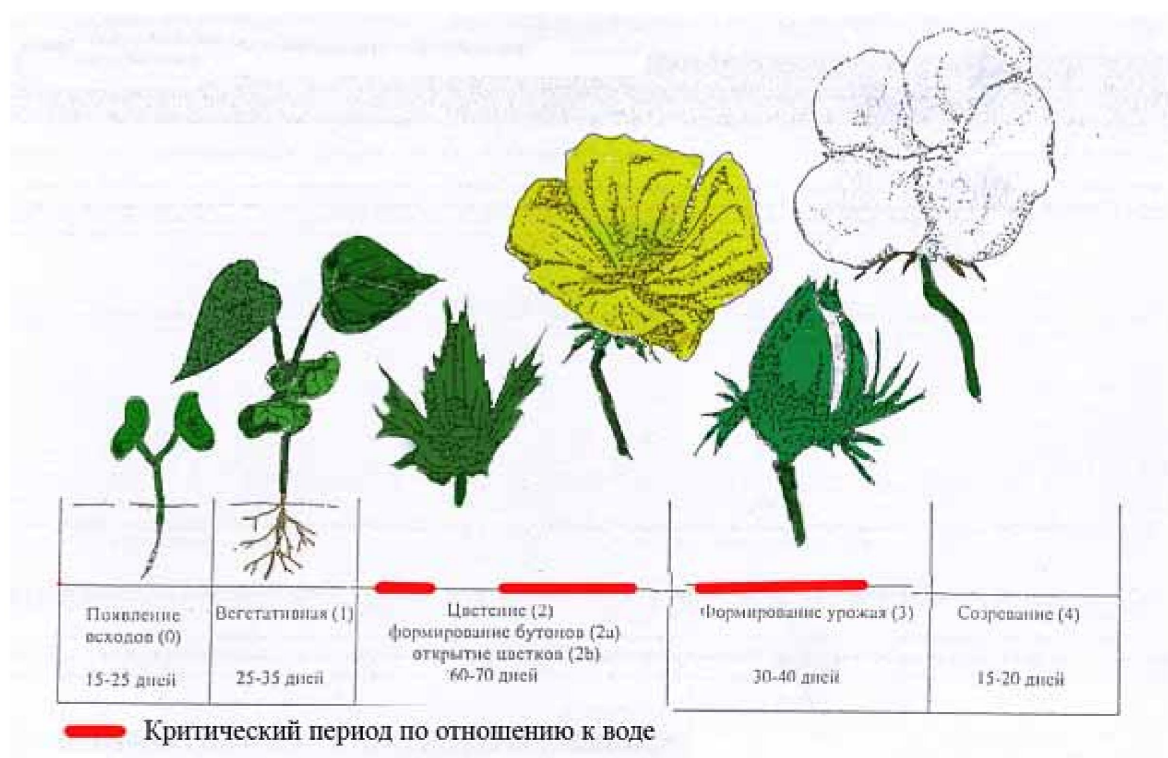


Рис. 9. Стадии развития хлопчатника

Совершенно очевидно, что поливы хлопчатника в период до цветения надо проводить сдерживая односторонний вегетативный рост. Для образования в достаточном количестве плодовых ветвей, на которых находятся коробочки, дающие ранний урожай, необходимо иметь мощноразвитую корневую систему, обеспечивающую условия для бесперебойного снабжения всего растения водой и питательными веществами.

В этот период рекомендуется следующий поливной режим. Например, на почвах с глубоким залеганием грунтовых вод провести один полив в северной зоне, два полива – в центральной зоне, два–три полива – в южной зоне. На легких почвах, подстилаемых галечником и песком, число поливов до цветения увеличивается (таблица 6).

Таблица 6 - Число, распределение поливов и оросительные нормы хлопчатника (для средневолокнистых сортов)

Типы почв и глубина залегания грунтовых вод	Число поливов	Распределение поливов			Оросительные нормы (м ³ /га)
		до цветения	В период цветения пло-дообра-зования	В период созрева-ния	
Маломощные почвы с близким залеганием галечника и песка и глубокими грунто-выми	8--12	2--3	4--6	2--3	6000-8400
Серозёмы с грунто-выми водами на глу-бине 3-4м и больше	5--9	1--2	3--5	1--2	5200-7800
Серозёмно-луговые почвы с грунтовыми водами на глубине 2-3м	4--7	1--2	3--4	0-1	4200-6500
Луговые - почвы с грунтовыми водами на глубине 1-2м	3--5	1	2--4	0	3000-5000
Лугово-болотные почвы с грунтовыми водами на глубине до 1 м	2--3	0	2--3	0	2000-3200

При установлении режима орошения в период цветения/плодообразования необходимо иметь в виду, что с переходом хлопчатника в фазу цветения увеличивается листовая поверхность, корневая система мощно развивается и углубляется до 1 м и больше. С дальнейшим ростом вегетативных органов происходит формирование плодовых органов. Возрастает испаряющая деятельность куста. Расходы воды с хлопкового поля в это время увеличивается до 70-90 м³/га в сутки и больше. Вследствие этого требуется большое количество воды и питательных веществ.

В этот период поливами надо добиться, как и в период до цветения, преобладания у хлопчатника процессов развития над вегетативным ростом, чтобы как можно больше сохранить плодовые органы на нижних и

средних ярусах. Для этого в период цветения/плодообразования ни в коем случае нельзя допускать подсушки хлопчатника, замедления роста и развития, увядания листьев и приобретения ими темно-зеленой окраски, а также быстрого перемещения цветков к точке роста главного стебля. Малейшая задержка с поливами в период плодообразования и приобретение листьями хлопчатника темно-зеленой окраски приведут к массовому опадению бутонов, завязей с первых и средних ярусов растений, что безусловно снизит урожай.

Не менее опасным в этот период являются и переполивы. Они вызывают буйный рост, накопление большой листовой поверхности и «жирование» хлопчатника. В этих случаях накопление плодовых органов может быть большим, но из-за чрезмерного затенения и повышенной влажности почвы может происходить сильное опадение бутонов и завязей. Накопление коробочек снижается, а урожай формируется с запозданием. К поливам в период цветения – плодообразования следует подходить также дифференцированно, с учетом конкретных условий на каждом участке. Поливы следует проводить так, чтобы цветы постепенно перемещались к точке роста, высота главного стебля была не более 90–100 см, с короткими междоузлиями (4-5 см), а само растение должно быть устойчивым против полегания.

Согласно фазам развития хлопчатника (рисунок 9) потребность в воде этой культуры раскладывается в вегетационный период следующим образом:

- Фаза вегетативная – 10% от общего водопотребления
- Фаза цветения – 50-60% от общего водопотребления
- Фаза формирования урожая – 20-35% от общего водопотребления
- Фаза созревания – 5-10% от общего водопотребления

Необходимо помнить, что поздние поливы затягивают созревание и вызывают бактериальные заболевания волокна хлопчатника.

Критический период по отношению к воде кукурузы приведен на рисунке 10. Он начинается за 10-15 дней до начала цветения. В вегетацию под эту культуру рекомендуется провести 6-7 поливов:

- 1 полив – период образования 4-5 метров
- 2 полив – перед выбрасыванием метелки
- 3 полив - фаза цветения
- 4 полив – начало формирования урожая
- 5-7 полив в фазы налива зерна и созревания

- Рекомендуемая оросительная норма 45-55 тыс.м³/га
- Поливная норма на легких почках 700 м³/га
- Поливная норма на тяжелых почвах 800-900 м³/га

При уровне грунтовых вод 1,0 м рекомендуется небольшие поливные нормы (300-400 м³/га).

При уровне грунтовых вод 1,5-2,0 м поливные нормы составляют 600-700 м³/га.

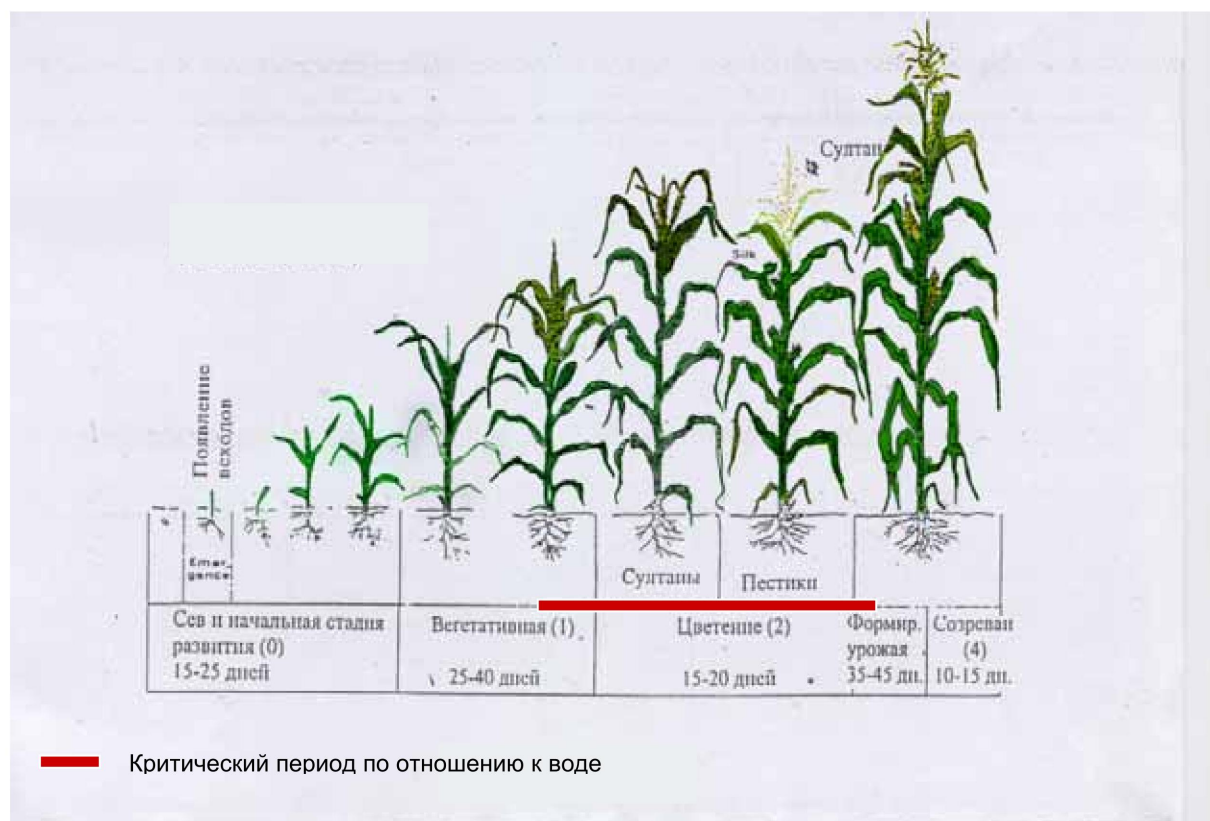


Рис. 10. Стадии развития кукурузы

КАКИМ ОБРАЗОМ МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ, РАВНУЮ 70 % ОТ ППВ?

Почву при такой влажности можно собрать в кулаке в комок, затем этот комок при щелчке должен легко рассыпаться. Если комок не собирается, значит, влажность ниже 70 % и наоборот, если он не рассыпается легко при щелчке влажность почвы выше 70%.

КАК ЭКОНОМИТЬ ВОДУ?

1. Накопление и сохранение атмосферных осадков.
2. Культивация борозд (разрыв капилляра почвы снижает подъем воды к поверхности и ее испарение).
3. Сохранение влаги путем уничтожения сорняков.
4. Полив в оптимальные сроки и оптимальными нормами.

ВЫСОКИЕ УРОЖАИ И СТРУКТУРА КУСТА ХЛОПЧАТНИКА

- Высота главного стебля хлопчатника 80-100 см
- Длина междоузлий 4,5-5,5 см (менее 4,0-4,5 см указывают на подсушку, более 6-7 см указывают на переполив)
- Наличие 15-16 симподиальных ветвей

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ ХЛОПЧАТНИКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКОВ ПОЛИВОВ

1. Окраска листьев (темно зеленый цвет указывает на необходимость проведения полива)
2. Тургор листьев (отсутствие хруста при надломе средней жилки листа) указывает на необходимость проведения полива.
3. Высота узла цветения
4. Среднесуточный прирост главного стебля
 - в бутонизацию 0,3-0,5 см
 - в цветение 0,8-1,5 см
 - в плодообразование 0,5-0,8 см.

