

УДК 631.67:502.626.8

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОДРЕНАЖА

Ф.А. Бараев, доктор технических наук
У.П. Умурзаков, доктор экономических наук
Л.Г. Щурова, кандидат технических наук
А.Г. Шеров, кандидат сельскохозяйственных наук
М. Аббасханов, аспирант

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Узбекистан

Ключевые слова: биодренаж, земледелие, орошение, лесные полосы, испарение, люцерна, плодосмены, культивация почвы

Введение

Исследования в данном направлении начались после интенсивного научного обмена мнениями и гипотезами ученых ЮНЕСКО, Боннского университета (проф. Паул Влек, Кристофер Мартиус и др.), НПЦ «Илм-Дунё» Министерства Сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан и Ташкентского института ирригации и мелиорации (проф. Ф.А.Бараев, доктор О.С.Пулатов и др.). Результаты дискуссии изложены ниже.

В системе агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий по улучшению экологического состояния орошаемых земель, получению высоких и устойчивых урожаев немаловажное место занимают искусственные биодренажные системы. Правильное научно обоснованное внедрение этих систем обеспечивает оплату производственных затрат урожаем сельскохозяйственных культур и быструю окупаемость всех капитальных вложений.

Значение этих мероприятий в системе земледелия ещё более возрастает с переходом на арендные и фермерские формы землепользования. С переходом экономики на рыночные взаимоотношения повысилась агротехника возделывания сельскохозяйственных культур, изменилась структура посевных площадей за счет сокращения площадей, занятых хлопчатником, введения в севооборот посевов зерновых культур и повышения материальной заинтересованности землепользователей.

Создание условий для равноправного развития всех форм хозяйствования, охраны прав юридических и физических лиц на земельные участки, а также укрепление законности в этой сфере регулируется Земельным кодексом республики, введенным в действие с 1 июля 1998 г., в котором организация научно обоснованного, эффективного землепользования выдвигается на уровень стратегических задач государственного управления земельными ресурсами.

В Узбекистане сегодня более 2 млн.га подвержены в той или иной степени засо-

лению, водной и ветровой эрозии, при этом потери урожая только одного хлопка составляют не менее 300-500 тыс. т ежегодно.

В целях кардинального улучшения сложившегося негативного положения в орошаемом земледелии Узбекистана нами предлагается совместно с Американскими специалистами Университета Колорадо исследовать и внедрить биодренажные системы, которые практически без ощутимых затрат позволят восстановить благоприятный эколого-мелиоративный фон на всей орошаемой площади республики.

Под биодренажем следует понимать организацию внутрихозяйственной гидромелиоративной сети с применением лесополос (биополос). В отличие от известного в литературе понятия «лесополос», устраиваемых, как правило, на границах севооборотных полей (60-100 га) и массивов (300-400 га), здесь под ними следует понимать лесополосы (биополосы), устраиваемые обязательно и внутри поливных участков. Внутри поливных участков биополосы представляют собой посевы люцерны (или низкорослых пород деревьев) шириной 1-3 м, с расстояниями между полосами 30-50 м и более в зависимости от необходимого мелиоративно-экологического эффекта и с учетом минимума отвращения площади пашни.

Преимущество биодренажа в том, что одно дерево, не требуя затрат, дренирует площадь, равную эффекту одного метра искусственной дрены, создает благоприятный микроклимат, микрофлору и фауну, является источником корма для скота (а если это тутовник – для шелковой и деревообрабатывающей промышленности), защищает землю от водной и ветровой эрозии, обогащает атмосферу кислородом и очищает ее от загрязнений. Предлагаемый проект имеет неопределимое значение для орошаемого земледелия Узбекистана, а также других государств с аналогичными климатическими и мелиоративными условиями.

Важность проекта состоит, прежде всего, в его дешевизне. Нынешнее финансовое состояние фермерских и дехканских хозяйств не позволяет пока выделять средства на строительство или даже на проведение надлежащего ремонта действующего дренажа. Поэтому единственным реальным выходом является внедрение биодренажа в комбинации с временным искусственным дренажем, что вполне по силам дехканам. Биодренаж обеспечит защиту огромных плантаций орошаемых земель (до 2 млн. га) от водной и ветровой эрозии, позволит без дополнительного внесения химических удобрений существенно повысить их продуктивность. У тружеников и специалистов села будет возрождена исторически традиционная для местного населения высокая культура земледелия, основанная на единстве природы и человека.

Понятие биологического дренажа

Биологическим дренажем называют лесонасаждения и многолетние травы (люцерна и др.) с глубокой корневой системой (2-4 м и более). Лесные насаждения вдоль оросительных каналов перехватывают корнями фильтрационные и грунтовые во-

ды и расходуют их на транспирацию. В результате уровень грунтовых вод (УГВ) сильно снижается. Этот процесс ощутимо уменьшает подъем УГВ и, как результат, соленакопление в активном слое почвы.

Хорошая искусственная дрена на каждый метр длины принимает и отводит 54-62 м³ грунтовой воды в год, а одно дерево за этот же срок испаряет 50-90 м³. Следовательно, лесная полоса шириной 5-10 м с пятью-десятью деревьями может удалить из почвы грунтовой воды больше, чем дрена. Лесные полосы вдоль каналов создают такую же депрессионную кривую, что и дрены.

Сфера влияния двухрядной лесной полосы из ивы распространяется на расстояние 150-170 м. Разность горизонтов воды 1-0,7 м. Для лесных полос подбирают местные породы, выдерживающие сильную жару, сухость воздуха, ветры и другие неблагоприятные условия. Этим требованиям удовлетворяют древесные породы: шелковица, тополь, вяз мелколистный (карагач), лох (джида), айлант, клен, ива, ясень. Из более высокорослых и долголетних – орех, платан; из плодовых культур – абрикос, вишня, черешня и др. Данные о размерах транспирации основных пород деревьев, рекомендуемых для засушливых аридных зон, приведены в таблице.

Суммарное испарение за разные периоды и среднее дневное испарение, л (Х.А.Ахмедов, 1974)

Древесная порода	IV-VIII		IX-X		IV-X
	среднее дневное испарение	суммарное испарение	среднее дневное испарение	суммарное испарение	
Ива	548,1	83859	123,5	7583	91992
Тополь	509,1	77892	82,9	5057	82949
Шелковица	411,4	62944	46,0	2806	65750
Абрикос	190,2	29100	61,7	3746	32364
Лох	137,3	21007	49,1	2995	24002
Тополь разнолистный (туранга)	68,9	10541	27,1	1653	12194

Полезационные лесные полосы закладывают вдоль магистральных и хозяйственных каналов, групповых и участковых распределителей перпендикулярно к направлению преобладающих в данной местности ветров. Они не должны препятствовать движению сельскохозяйственных машин и механизмов при очистке дна и откосов оросительной и осушительной сети.

Полезационные лесные полосы размещают в двух пересекающихся под прямым углом направлениях с учётом эффективности ветроснижающего действия насаждений на расстоянии, равном 20-30-кратной высоте деревьев. Продольные лесные полосы закладывают на расстоянии 600-800 м друг от друга, расстояние между поперечными полосами составляет 1000-1500 м.

Под влиянием древесных насаждений величина общей депрессии грунтовых вод колеблется в пределах 150-200 м, при многорядных посадках еще больше. Пример рас-

чёта: длина депрессии принимается 200 м, при двусторонней посадке $2 \times 200 = 400$ м. Если длина канала 500 м, то площадь участка, на котором происходит сработка уровня грунтовых вод лесопосадками, будет равна $400 \times 500 = 20$ га. 1 га древесных насаждений может транспирировать 10-20 тыс. м³ почвенно-грунтовых вод. Следовательно, из водного баланса необратимо уходит в атмосферу: $15 \text{ тыс.} \times 0,5 = 1,5 \text{ тыс. м}^3$.

В середине поливных участков (с расчётом сохранения их площади не менее 10 га) в понижениях предлагается устраивать дополнительную полосу или полосы древесных насаждений, чтобы дополнительно снизить уровень грунтовых вод, ломая депрессионную кривую на их гребне. В таких случаях необходимо решать, что выгоднее: биологический дренаж, или требующий больших затрат труда и средств искусственный дренаж.

Лесные насаждения по сравнению с искусственным дренажем и противодиффузионными мероприятиями требуют небольших капитальных вложений. Они смягчают микроклимат орошаемых участков, предохраняя посевы хлопчатника и других сельскохозяйственных культур от вредного действия суховея (гармсилы). Затеняя каналы, они уменьшают испарение с водной поверхности, снижают скорость ветра над поверхностью почвы.

Плодовые культуры, растущие вдоль оросительной сети, ежегодно приносят доход, а древесные породы являются источником строительной и поделочной древесины.

При всей положительной роли биологического дренажа в регулировании водного режима почв солевой баланс практически не меняется. Расходуемый растениями на транспирацию значительный объем грунтовых вод не затрагивает солей, растворенных в почвенно-грунтовых водах. Эти соли остаются в почвах и грунтовых водах. Биологический дренаж дает хорошие результаты не в первые годы после посадки, а через 3-5 лет.

Роль биологического дренажа могут выполнять не только древесные или травянистые насаждения, но и основные культуры, занимающие орошаемые участки, в частности:

- полосы люцерны – важнейшей мелиоративной и оздоравливающей почву культуры, шириной 1-2 м с расстоянием между полосами 50-70 м в зависимости от благоприятности почвенно-мелиоративных условий и работоспособности искусственного дренажа. Полосы устраиваются посередине между искусственными дренажами.

Следует обратить внимание, что полосы люцерны могут быть «плавающими» по полю, т.е. через каждые два-три года местоположение полос смещается так, чтобы за несколько лет охватить всю площадь поля.

- древесные полосы из тутовых насаждений, также устраиваемых рядами через 50-70 м.

Для посева люцерны с озимой пшеницей можно использовать только ранневесенний период (вторая декада февраля – первая декада марта). Посев люцерны осенью приводит весной к активной конкуренции за «место под солнцем» между растениями озимой пшеницы и окрепшей люцерной, что отрицательно сказывается на общей про-

дуктивности поля. Люцерна, подсеянная ранней весной к уже окрепшим за несколько месяцев вегетации растениям озимой пшеницы, не только не окажет ей какую-либо конкуренцию, напротив, посредством клубеньковых бактерий будет способствовать интенсивному развитию и большей продуктивности урожая озимой пшеницы.

Данные, полученные в хозяйствах Сайхуабадского района Сырдарьинской области, Янгиюльского района Ташкентской области, Учкурганского района Наманганской области при разных сроках посева (осенний, весенний), указывают на преимущество ранневесенних сроков. Семена люцерны при этом попадают в хорошо увлажненную почву (15-16% в слое от 0 до 10 см) при умеренной температуре с периодически выпадающими дождями, что способствует раннему и 100%-ному появлению всходов, которые хорошо укореняются и становятся выносливыми к неблагоприятным условиям внешней среды.

При осеннем посеве люцерны сев проводится фактически в сухую почву, влажность которой в слое от 0 до 10 см не превышает 8-10%. Люцерна весеннего сева дает более высокий урожай сена, чем при поздних или чрезвычайно ранних (осенних) сроках сева.

Осенние посевы люцерны целесообразны в таких районах, где ранней весной и летом мало поливной воды, и где ее относительно много в осенний период, после прекращения поливов хлопчатника. В этом случае люцерна в первый год дает более высокий урожай, чем при посеве ее весной.

Сроки посева должны устанавливаться в соответствии с природными условиями и обеспеченностью водой той или иной местности. При введении параллельного севооборота составляются так называемые ротационные таблицы, порядок чередования культур.

Методика внедрения ротационных севооборотов заключается в следующем:

- зерновые с подпокровной люцерной стоят на первом поле один год;
- после уборки пшеницы на зерно (июнь-июль), поливы производятся после каждого укоса; люцерна дает возможность получить не менее двух укосов;
- после последнего укоса люцерны на первом поле предусматривается выпас скота до глубокой осени (октябрь-ноябрь). По предложению специалистов Наманганской области для ограждения загонов забивают столбы высотой 1,5-1,8 м и натягивают проволоку в один ряд. Если на пастбище предусмотрен выпас телят, то протягивают два ряда проволоки. Животные очень быстро привыкают к ограде, и крайне редко получают повреждения от нее;

- после выпаса скота осенью (ноябрь) люцерну на первом поле запахивают в виде зеленого удобрения. Рекомендуется поздняя запашка люцерны, потому что при ранней органические остатки, заделываемые в почву, быстрее минерализуются и перегноя может накопиться меньше.

- запашка люцерны и проросшей пшеницы, опавшей во время уборки, в качестве зеленого удобрения и отходов, оставляемых животными на поле, обогащает почву примерно 150 кг азота на гектар (надземная масса и корневая система) и большим количе-

ством органического вещества. Поэтому в первый год после распашки люцерны под хлопчатник вносят только половину нормы азотных удобрений в период бутонизации. Следует вносить больше фосфорных и калийных удобрений;

- на следующий год на первом поле, где были пшеница и люцерна, возделывается хлопчатник, а на втором поле, где был хлопчатник, высевается люцерна с покровной пшеницей. Норма посева семян люцерны 16-20, пшеницы – 170-200 кг/га;

- после запашки люцерны на втором поле высеваются прочие культуры, а на третьем поле, где были прочие культуры, засеваются люцерна под покров озимой пшеницы.

На этом заканчивается севооборот первой ротации, который позволяет повысить уровень плодородия почв за счет более частых (три года) плодосмен. В следующей ротации начинается чередование культур в том же порядке, как в первой.

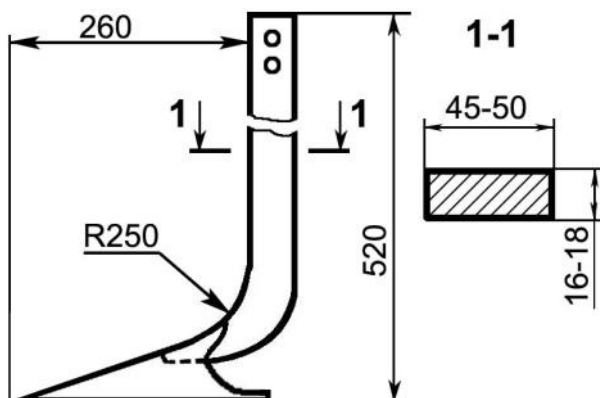
Использование посевов основных культур (прежде всего хлопчатника) в качестве биодренажа за счет особой послойной культивации почвы позволяет предупредить засоление и сохранить влагу от испарения. При этом необходимо создать такие условия, чтобы восходящие капиллярные токи минерализованных грунтовых вод не достигали корнеобитаемой зоны растений и нисходящие токи в течение года преобладали над восходящими. Одним из таких приемов может быть послойное разрушение уплотненного подпахотного горизонта.

Новым в этом способе является то, что рыхление почвы ведется послойно и поэтапно в соответствии с фазами развития хлопчатника и заканчивается до цветения. Послойное рыхление позволяет не допустить подъем грунтовых вод до поверхности почвы, защитить содержащуюся в порах подпахотного грунта влагу от избыточного испарения. Поэтапное рыхление увеличивает характерные размеры пористых каналов и тем самым уменьшает капиллярное (межфазный потенциал) давление, которое поднимает влагу вверх. Кроме того, верхний разрыхленный слой имеет пониженную теплопроводность, так как меньше подвержен испарению почвенной влаги в нижних горизонтах благодаря рыхлению верхнего горизонта.

Для послойного рыхления в междурядьях (вплоть до разрушения «плужной подошвы» на глубине 30 см) следует использовать рабочий орган (см. рисунок), который способен разуплотнять почву без выноса нижнего слоя кверху. Он должен раскалывать нижнюю переуплотненную «плужную подошву» снизу вверх.

С целью разуплотнения более широкой полосы почвы на уровне дна борозды целесообразно применение универсальной стрельчатой лапы хлопкового культиватора, ширина захвата которой, после подрезания крыльев, доведена до 130 см. Лапа устанавливается на специальную стойку.

Конечной целью является разуплотнение нижнего слоя почвы на глубину до 40 см относительно дна поливной борозды (относительно уровня поверхности поля до глу-



Рабочий орган для послойного рыхления

но, площадь разрушаемой полосы и, следовательно, тяговое сопротивление будут возрастать незначительно.

Если рабочий орган установить сразу на 40 см, т.е. ниже «критической глубины», то в нижнем слое образуется лишь узкая щель, ширина которой окажется немногим больше ширины стойки, а разрыхленная полоса почвы окажется примерно на 30% уже, чем в первом случае.

Чизель агрегируется с трактором Т28х4 или МТЗ-80 и соединяется посредством серийной автосцепки. Сменные рабочие органы закрепляются на раме с помощью серийных замков. Глубина обработки почвы регулируется посредством опускания (поднятия) стойки рабочих органов чизеля-культиватора.

Технология обработки почвы чизелем-культиватором по послойному углублению пахотного слоя почвы производится в три этапа:

- первая обработка производится после одной-двух культиваций по уничтожению сорняков стрельчатой лапой шириной 150 мм на глубину 20 см;
- вторая обработка почвы осуществляется через 1-12 дней стрельчатой лапой шириной 130 мм на глубину до 30 см;
- третья обработка почвы проводится еще через 10-12 дней узкорыхлящей лапой шириной 50 мм (наральником) на глубину 40 см.

Углубление пахотного слоя почвы производится в сроки до отрастания боковых корней хлопчатника. Подрезка корней хлопчатника в раннем возрасте в меньшей степени сказывается на снижении урожая. Это связано с тем, что у молодого хлопчатника корневая система до фазы цветения восстанавливается, образуя пучки расходящихся корешков, и поступление питательных веществ в растение почти не прекращается. При повреждении корней в цветение урожай значительно снижается, так как восстановление корней в местах порезов ограничивается лишь образованием характерного наплыва, препятствующего поступлению питательных веществ в растение. Создается своеобраз-

бины 50 см). Если первый проход (после культивации) проводить на глубину 20 см, то по правилам механики грунтов деформация почвы будет распространяться вверх в виде расширяющейся трапеции.

Второй проход этого же рабочего органа выполняется на глубину 30 см.

Разрыхленная полоса на уровне дна борозды каждый раз будет расширяться (до 60 см) и, что важ-

ный эффект биодренажа, растения хлопчатника становятся эффективным средством поддержания уровня грунтовых вод на безопасной глубине и в то же время используют эту воду для водопотребления.

Выводы

1. Биодренажные системы практически без ощутимых затрат позволяют восстановить благоприятный эколого-мелиоративный фон на всей орошаемой площади республики. Лесные насаждения вдоль оросительных каналов или полосы люцерны перехватывают корнями фильтрационные и грунтовые воды и расходуют их на транспирацию. В результате уровень грунтовых вод снижается. Биодренаж уменьшает подъем УГВ и соленакпление в активном слое почвы.

2. Благодаря разрушению уплотненного подпахотного горизонта увеличиваются водопроницаемость и влажность, создаются хорошие условия для развития растений в более мощном слое почвы.

3. За счет глубокого рыхления почвы и последующего его поддержания в разрыхленном состоянии, вплоть до фазы цветения, растения имеют более мощную корневую систему, позволяющую получать значительное количество дополнительной влаги из грунтовых вод и снижать их уровень. Количество поливов при глубоком рыхлении сокращается, как минимум, на один, снижение оросительной нормы составляет 800-100 куб.м/га.

Summary

Baraev F., Umurzakov U., Shyurova L., Sherov A., Abbashanov M. Conditions of Application and Efficiency of Biodrainage

Biological drainage (forest planting, perennial grasses (Lucerne and others) with deep root system (2-4 m and above), main crops (e.g. wheat, cotton plant and others) embrace leakage and ground waters and utilize them for transpiration. Due to this the level of ground water comes down, ground water rise and salt build-up in active layer are reduced. Biodrainage, as against artificial drainage and antinfiltration measures, requires low capital investments, softens microclimate, protects crops seeds from harmful effect of dry winds, reduces evaporation from water surface and lowers wind speed over the surface of soil.

Поступила 26 мая 2009 г.