

Ассоциация НИЦ - ИВМИ
Проект повышения продуктивности воды на уровне поля (ППВ)
Кыргызский научно–исследовательский институт ирригации
(Кыргыз. НИИ ирригации)

А.О. Налойченко, канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.
А.Ж. Атаканов, канд. техн. наук
Из серии «В помощь фермеру и АВП»
выпуск 5

Удобрительное орошение посредством
внесения жидких минеральных удобрений с
поливной водой (фертигация)

Бишкек 2009 г.

4. Перечень работ, готовящихся к изданию в помощь фермеру:

1. Учебное Руководство для самообразования: «Орошение как главный элемент эффективного регулирования факторов жизни растений».
2. Подготовка орошаемого участка к вегетационному поливу и организация водосберегающей внутрихозяйственной оросительной системы.
3. Применение улучшенных элементов техники и технологии полива по бороздам и напуском по зарегулированным полосам.
4. Применение улучшенных агротехнических мероприятий для повышения плодородия почвы и продуктивности воды путем мульчирования междурядий.
5. Удобрительное орошение посредством внесения жидких минеральных удобрений с поливной водой (фертигация).
6. Как определить дату очередного полива и рассчитать норму вегетационного орошения в полевых условиях.
7. Применение простейших водомерных сооружений и технических средств нормированного водораспределения для рационального использования воды на орошение.
8. Технология применения режима вегетационных поливов при возделывании сельскохозяйственных культур.
9. Применения подпочвенного орошение на фоне осушительно – увлажнительного горизонтального дренажа (субирригация)
10. Система капельного орошения (СКО) фруктового сада и виноградника

коллектор (6) откуда через растворовыпуски (7) подается в ороситель и смешивается с водой.

Расход q раствора дозирующим устройством на орошаемый участок, можно определить по формуле 1:

$$q = (M_T \times Q_{орос} / C_m) : M, \text{ л/сек, } (1)$$

где M_T - доза внесения туков, кг/га, например, 25 кг/га д.в;

$Q_{орос}$ - расход временного оросителя, 90 л/сек;

C_m - концентрация маточного раствора, равная 100 кг/м³;

M – поливная норма = 650 м³/га.

В данном примере расход дозирующего устройства определится по формуле 2:

$$Q = (25 \times 90 / 100) : 650 = 0,035 \text{ л/сек, } (2)$$

Полученный расход сложных удобрений 0,035 л/с соответствует концентрации в оросительной воде 1,95 мг/л.

Равномерность смешивания питательных веществ в поливном токе воды, прошедшей по временному оросителю, высокая. На расстоянии 8,5 м от места дозирования питательный раствор полностью смешивается с оросительной водой.

Ассоциация НИЦ - ИВМИ

Проект повышения продуктивности воды на уровне поля (ППВ)

**Кыргызский научно-исследовательский институт ирригации
(Кыргыз. НИИ ирригации)**

А.О. Налойченко, канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.

А.Ж. Атаканов, канд. техн. наук
Из серии «В помощь фермеру и АВП»
выпуск 5
Практические советы

Удобрительное орошение посредством внесения жидких минеральных удобрений с поливной водой (фертигация)

Подготовка и издание брошюры
произведены при идеологической
и финансовой поддержке Проекта ППВ

Налойченко Александр Онуфриевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией орошения и почвенно – эрозионных исследований, специалист по мелиорации орошаемого земледелия, рекультивации и охране земель.

Атаканов Аманжол Жамансариевич, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, специалист по орошаемому земледелию.

Удобрительное орошение посредством внесения жидких минеральных удобрений с поливной водой (фертигация)

Компьютерный дизайн и оформление: Александр Налойченко
Аманжол Атаканов

Формат 60 x 84 1/16. Условный объем 1,4 п.л.

Бумага типографическая высшего качества. Печать РИЗО.
Тираж 100 экз.

Издательство ПК «Переплетчик» г. Бишкек

же, но предварительно растворенных в воде (жидких) и внесенных в поливной ток воды, используемой для полива (фертигация). При таком способе и технологии фертигации указанные выше руморазбрасывающие машины невозможно применить в химизации сельскохозяйственного производства по рациональному использованию минеральных удобрений в химической мелиорации почв. Особенно это негативно сказывается на мелкофермерских участках, где механизированное дождевание затруднительно и основным способом орошения является поверхностное - полив по бороздам и напуском полосам.

Естественно, что для фермерского ведения орошаемого земледелия, требуется создание специальных устройств для внесения на поле жидких удобрений. Нами разработано такое устройство (рис.2) применительно к поверхностным способам полива, обеспечивающее автоматическую дозировку и внесение жидких концентрированных растворов минеральных удобрений непосредственно в поливной ток воды временного оросителя. Устройство может обеспечить расход подачи маточного раствора от 0,20 до 1,0 л/с, что соответствует дозе внесения от 15 до 530 кг/га действующего вещества сложных удобрений.

Устройство для дозирования состоит: из накопительной емкости (1) для маточных растворов минеральных удобрений, поплавкового дозатора (2) с краном регулятором (3) и измерительным щитком - Табло (4) транспортирующего трубопровода (5) коллектора (6) снабженного растворомывпусками (7).

В соответствии с технологической схемой внесения жидкие минеральные удобрения (приготовленные с помощью растворного узла, (рис.1) доставляются в закрытых цистернах (бочках) мобильным транспортом к подкормочному устройству (рис.2), сливаются в накопительную емкость (1) ($W = 5 \text{ м}^3$) с последующим дозированием растворов во временный ороситель (8).

Устройство работает следующим образом. После наполнения временного оросителя водой открывают на заданный расход кран (3) (показание на табло 4 оттарированное объемным способом) и раствор из емкости (1), установленной в голове временного оросителя, поступает через транспортирующий трубопровод (5) в

выхлопной трубы трактора или компрессора с целью создания восходящих вихревых потоков, способствующих поддерживать удобрения во взвешенном бурлящем состоянии, что неминуемо приводит к полному их растворению. Перфорированные трубы закреплены к подводящей полиэтиленовой трубе (3) через 300 мм друг от друга. Диаметр подводящей трубы - 50 мм. Концевая часть подводящей трубы крепится на специальной подставке к дну бака (1).

Сливная (водосборная) металлическая или полиэтиленовая труба (7), предназначенная для удаления шлама, приваривается к стенке бака на уровне его дна. Диаметр сливной трубы - 50 мм. На подводящей и сливной трубах устанавливаются краны (5 и 6).

Перфорированные трубы (барборатор - 4) закреплены к дну бака на высоте 250 мм (рис. 1). Бак и фасонные его детали покрываются битумным лаком в два слоя.

Разработанная смесерастворительная установка может успешно применяться как в местах приготовления маточных растворов минеральных удобрений на ближних полях с прямым их использованием при поверхностном поливе и дождевании, так и при централизованном приготовлении питательного раствора с последующей его развозкой в цистерне для заливки в емкости-накопители (рис 2) или гидроподкормщики дождевальных установок.

3.3 Устройство для дозированного внесения маточного раствора минеральных удобрений в поливной ток воды открытого канала.

Решающее значение для повышения усвояемости растениями минеральных удобрений имеет доступный способ и уровень использования технических средств и технологий внесения их под сельскохозяйственные культуры. Известны машины промышленного изготовления марки РУМ, КСА-3 и др., которые достаточно равномерно способны разбрасывать на поле сухие туки удобрений применительно к традиционным поверхностным способам полива (по бороздам, напуском по полосе и затоплением). Однако, как установлено исследованиями, внесение сухих туков удобрений в почву недостаточно эффективно и расточительно, как внесение их

Содержание

Предисловие	6
Удобрительное орошение, урожай сельскохозяйственных культур и технические средства приготовления жидких минеральных удобрений.	8
1. Удобрительное орошение	8
1.1 Обоснование эффективности удобрительного орошения.....	8
1.2 Технология удобрительного орошения	11
2. Режим внесения жидких удобрений с поливной водой и урожай сельскохозяйственных культур	12
- фабричная сахарная свекла	13
- семенная сахарная свекла	13
- зерновые – колосовые	15
- кукуруза на зеленую массу	15
- кукуруза на зерно	16
- помидоры	16
3. Технология и техника приготовления жидких минеральных удобрений	16
3.1. Технология приготовления маточного раствора Минеральных удобрений	16
3.2. Конструкция растворной емкости для приготовления жидких удобрений	19
3.3. Устройство для дозированного внесения маточного раствора минеральных удобрений в поливной ток воды открытого канала	20
4. Перечень работ, готовящихся к изданию в помощь фермеру	23

Предисловие

Система ведения фермерского хозяйства – это совокупность агротехнических и организационно – хозяйственных мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. В агротехническом комплексе главенствующее место занимает правильное орошение, а в организационно – хозяйственном – знание и опыт рационального ведения на поле водосберегающих ирригационно-агротехнических технологий.

Опыт показывает, что большинство фермеров, пришедших в сельское хозяйство из других областей деятельности, не имея своей почвообрабатывающей техники и достаточных знаний по орошаемому земледелию, систематически не соблюдают рекомендуемые нормы и сроки поливов, неправильно подбирают технику полива, не учитывая ее особенности и условия конкретных полей, а так же неправильно ведут эксплуатацию оросительных систем – все это вместе взятое, приводит к деградации земель. Так, например, при нарезке поливных борозд с большими уклонами – наблюдается повышенный сброс воды, с выносом твердого стока и питательных элементов, поливные борозды размываются, происходит не качественный полив, что приводит к дискредитации данного способа полива. Или, другой пример, орошение большими поливными нормами, особенно в условиях близкого залегания грунтовых вод, приводит к недопустимому подъему их, заболачивая и засоляя орошаемые массивы. В дальнейшем, использование таких массивов, становится низкорентабельным.

Исходя из условий водосбережения, Проект по Улучшению Продуктивности Воды на уровне поля, по своей идеологии и содержанию, наиболее близок интересам земледельцам по их усилиям умело и эффективно вести свое хозяйство: сохранить и повысить плодородие земли, полностью водообеспечить орошаемые земли, а также обеспечить себя и горожан продуктами питания. Таким образом, настоящая серия брошюр «В помощь фермеру», ставит своей целью – помочь фермерам Республики в освоении начальных знаний и практического применения на своем поле рационального ведения

Доставленный на поле маточный раствор в дозированном количестве подается в распределительную ирригационную сеть самотеком с использованием устройства для внесения жидких удобрений в поливной ток воды.

3.2 Конструкция емкости для приготовления жидких удобрений

Для приготовления питательного раствора из минеральных удобрений (сухих туков) в «домашних» условиях с целью использования их в фертигации нами разработана и предлагается к повсеместному внедрению в фермерских хозяйствах универсальная конструкция растворного узла. Установка проста в изготовлении и надежна в работе. Ее могут изготовить в местных фермерских мастерских, не прибегая к заводскому созданию.

Универсальность установки заключается в том, что смешивание сухих туков и их отстой возможны как с применением насосного оборудования, так и вручную - механически. Кроме того, установка обеспечивает нормированную подачу приготовленного питательного раствора заданной концентрации (маточный раствор) как в закрытую ирригационную сеть, так и в открытые водотранспортирующие временные оросители (при поверхностном способе полива - полив по бороздам или напуском - затоплением).

Ниже приводится конструкция емкости по приготовлению жидких удобрений для использования их в фертигации, сущность которой характеризуется следующим (см. рис. 1).

Бак (1) представляет собой прямоугольную емкость с ориентировочными размерами сторон 2х2х1,5 м. Стенки бака свариваются из листового железа толщиной 2...3 мм. С наружной стороны стенки усиливаются ребрами жесткости (2) из уголка (60х60 или 45х45 мм)

Барборатор (4) изготавливается из полиэтиленовых труб диаметром 25 мм с отверстиями в 2 мм, просверленными снизу трубы в два ряда в шахматном порядке с расстояниями между отверстиями в ряду через 100 мм. Барборатор предназначен для пропуска под давлением тока воды или сжатого воздуха от

всасывается насосом из верхней части бака и перекачивается в тот же бак, но только снизу через барборатор.

Приготовить маточный раствор можно, используя действие сжатого воздуха. Создать давление сжатого воздуха в системе возможно при помощи компрессора или, что еще проще (при отсутствии электроэнергии) - через выхлопную трубу от работающего трактора. При этом маточный раствор будет дополнительно насыщен, полезными для растений, газами углекислоты.

Если маточный раствор готовится непосредственно на орошаемом поле, то его сразу из растворной емкости (после отстоя) дозировано вносят в оросительную воду и обогащенная питательными элементами вода подается в поливные борозды или напуском на полосы. При этом растворная емкость дополнительно укомплектовывается поплавковым дозатором (рис. 2). В случаях централизованного приготовления готовый маточный раствор на объект орошения доставляется в автоцистерне и сливается в специальную емкость-накопитель 1 (рис. 2), расположенным вблизи с временным оросителем.

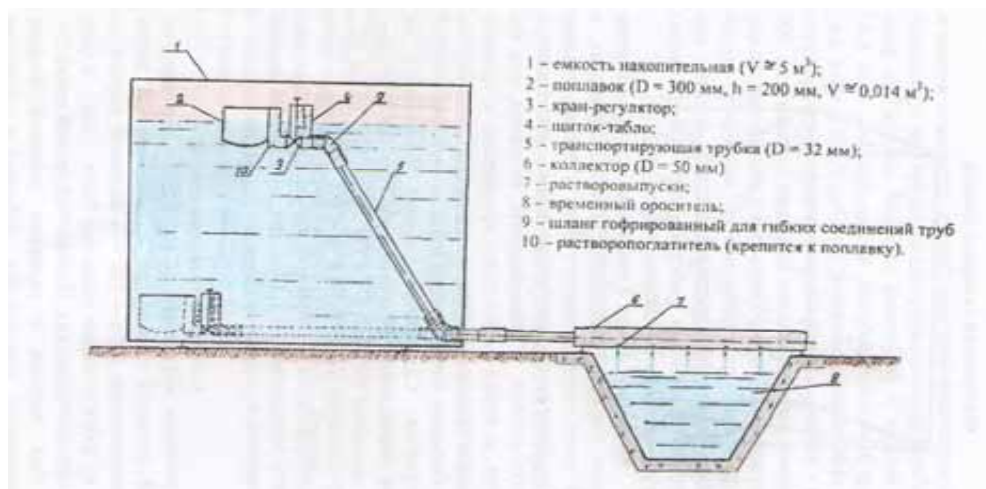


Рис. 2 Схема устройства поплавкового дозатора для внесения жидких минеральных удобрений в поливной поток временного оросителя

сельскохозяйственных работ, эффективного использования водных и земельных ресурсов, способствующих улучшению социального уровня сельского населения.

Рекомендации написаны на основе материалов многолетних полевых и лабораторных исследований Кыргыз. НИИ ирригации.

Брошюры распространяются среди фермеров – **бесплатно**.

Ваши замечания и предложения по содержанию брошюры, направляйте по адресу:

720040, г. Бишкек, ул. Токтоналиева 4а, Кыргыз. НИИ ирригации

тел. 996 312 54 11 65 / 54 11 71; факс: 996 312 54 09 75

E-mail: kniir@mail.ru., kulov@elcat.kg

Удобрительное орошение, урожай сельскохозяйственных культур и технические средства приготовления жидких минеральных удобрений.

1. Удобрительное орошение

1.1 Обоснование эффективности удобрительного орошения

Исследования показали, что высокие урожаи на орошаемых землях, при создании оптимальных влагозапасов в почве, можно достичь путем повышения эффективности вносимых удобрений, химических мелиорантов, ядохимикатов и гербицидов. Эффективность вносимых удобрений (азот, фосфор, калий) и ядохимикатов значительно повышается за счет применения их в жидком состоянии, путем совмещения технологии полива с одновременным внесением удобрений. Как при поверхностных способах полива, так и при дождевании, техника внесения жидких удобрений существенно снижает непродуктивные их потери (за счет полной усвояемости растениями) и обеспечивает практическую возможность внедрения на фермерских хозяйствах, интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, повышение плодородия земель и продуктивности воды. Отсюда, способ внесения жидких удобрений (азота, фосфора, калия, микроэлементов), гербицидов и ядохимикатов получил название – фертигация, а совмещение операций полива (орошение с внесением удобрений) в силу их комплексного воздействия на почвенные процессы, получил название удобрительного орошения.

Вопросы успешного перехода к интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, не могут быть решены только за счет одного фактора – управление пищевым режимом почвы, т.к. кроме питания, растениям одновременно требуется еще вода, воздух и тепло. Поэтому поставленная проблема должна решаться путем исследований комплекса неразрывно связанных основных факторов жизни растений – водного, воздушного и пищевого режимов почвы. При этом

1 (см. рис.1) загружается требуемым составом сухих минеральных удобрений. Затем через подводящую трубу (3) подается под напором вода (при закрытых кранах 6 и 7) к перфорированным разводящим трубам 4 (барборатор), которая создает восходящие вихревые потоки, способствующие поддерживать во взвешенном бурлящем состоянии удобрения, которые полностью растворяются в процессе заполнения бака водой или замкнутой ее циркуляции.

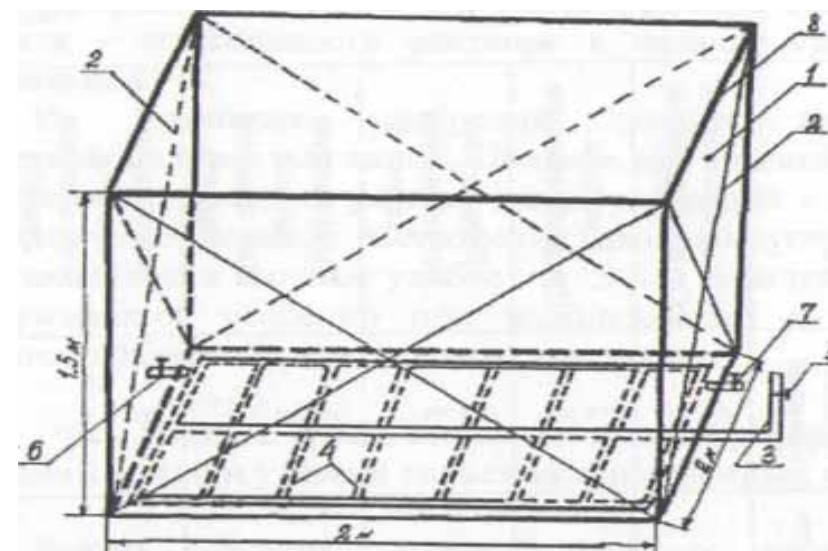


Рис. 1. Общий вид бака для растворения минеральных удобрений

- 1- Бак 2х2х1,5 м из листового железа толщиной 2...3 мм (можно из железобетона);
- 2- Ребра жесткости; 3 - Подводящая труба Ø 50 мм для нагнетания сжатого воздуха от компрессора (выхлопной трубы трактора) или воды; 4 - Барборатор для растворения удобрений из полиэтиленовых труб Ø 32 мм, перфорированных с нижней стороны, диаметр перфорации 3 мм, с шагом 100 мм; 5- Кран; 6 - Шлакосливная труба с краном; 7 - Растворосливная труба; 8 – Уголок.

Схема перемешивания и растворения удобрений может быть закольцованной. При этой схеме емкость загружается удобрениями и заполняется водой. Затем включается насос «Кама» или 2К-6, работающий в кольцевом кругообороте, т.е. жидкий состав

спелость, как с точки зрения затрат удобрений на единицу прироста урожая, так и с точки зрения затрат на приобретение и внесение удобрений.

Кукуруза на зерно. Наиболее эффективной, для кукурузы на зерно, следует считать дозу в количестве $N_{50}P_{50}K_{50}$ кг/га д.в., вносимую с тремя подкормочными поливами (поливная норма $600...800 \text{ м}^3/\text{га}$) в период: перед первым вегетационным поливом, выметывания метелок и молочновосковой спелости. На варианте с фертигацией урожай зерна повышается с 55 ц/га до 73 ц/га. Кроме того, происходит улучшение качества зерна - увеличивается содержание белка с 13,2 до 14,1% и стекловидности с 32 до 58% по сравнению с обычными поливами.

Помидоры. На помидорах, при фертигации с двумя подкормочными поливами в период цветения и плодообразования наиболее эффективны варианты с АА- аммиачной селитрой (N_{40} кг/га д.в.), Нф - нитрофосом ($N_{40}P_{40}$ кг/га д.в.) и совместным внесением нитрофоса с хлористым калием – Нф + Хк ($N_{40}P_{40}K_{40}$). При таком пищевом режиме урожай помидор колеблется в пределах 524...596 ц/га. Прибавка урожая на этих вариантах составила соответственно 85, 149 и 157 ц/га, т.е. урожай повысился соответственно на 16,2; 25,3 и 26,3% по сравнению с контролем, где удобрения вносились обычным способом в сухом состоянии. Кроме того, в порядке опытного интереса, выявлено, что от внесения с водой только калия урожай помидор повышался на 41,4 ц/га или на 8,6%, а от внесения только фосфора - урожай повысился на 53,6 ц/га или на 10,9%.

3 Технология и техника приготовления жидких минеральных удобрений

3.1 Технология приготовления маточного раствора минеральных удобрений

Приготовление из гранулометрических туков маточного раствора удобрений с заданной концентрацией осуществляется с помощью растворной установки, представляющей из себя металлическую или железобетонную емкость (бак). Для этого емкость

водному режиму, безусловно, являющемуся главным, но не единственным фактором плодородия почвы, отводится первое место. Он служит основой для формирования теплового и пищевого режимов почвы. Вода оказывает прямое влияние на растворимость твердой фазы макро – и микроэлементов, находящихся в самой почве и удобрениях, а также воздействует на всю почвенную фауну при аэробных и анаэробных процессах.

Эксперименты показали, что продуктивность оросительной воды заметно возрастает при направленном ее использовании для приготовления питательного раствора вне почвенной среды с последующим внесением его с помощью гидроподкормщиков (при дождевании) или с помощью дозирующего устройства – при поверхностных способах полива. В связи с тем, что растению нужна не чистая вода, а оросительная вода, насыщенная питательными веществами, перераспределение и подача ее непосредственно в среду обитания этих растений, открывает существенные перспективы перед удобрительными поливами сельскохозяйственных культур.

В орошаемом земледелии Кыргызстана, наряду с ирригационными проблемами, все значимо обостряются вопросы и экологического соотношения комплекса природных условий окружающей среды с преобразующей хозяйственной деятельностью человека. Так, внесение минеральных удобрений в виде сухих туков на 40% снижается коэффициент их продуктивного использования растениями. При этом, за счет значительной доли потерь, которая уходит на повышение концентрации почвенных растворов, создает экологически опасную среду обитания растений. Кроме того, при сухом внесении удобрений, не исключается реальная опасность смыва их осадками или оросительной водой (при поливах), загрязняя пониженные участки, грунтовые воды и водоемы. Указанные негативные воздействия непродуктивных потерь удобрений, ускоряют процессы засоления обширных орошаемых территорий, нарушая экологическое равновесие окружающей среды.

По своей сути способ фертигации уже изначально исключает негативное воздействие химикатов на окружающую среду. При

фертигации слабо концентрированный (не более пределов 0,1 – 0,3%) в воде питательный раствор сосредотачивается в активном корнеобитаемом слое, полностью (до 99%, вместо 60% при внесении сухих туков) поглощается растениями, что исключает вынос его в дренажную сеть или в более глубокие почвенные слои. Из этого следует, что удобрительные поливы способствуют более продуктивному расходованию оросительной воды и питательных веществ на единицу урожая. Сам процесс комплексного регулирования водного и пищевого режимов почвы с помощью фертигации, помимо высокой эффективности использования минеральных удобрений и оросительной воды, позволяет поднять культуру орошаемого земледелия на более высокий экономически целесообразный уровень за счет:

- значительного сокращения (до 2- 2,5 раза) затрат труда, материальных средств и энергии на производство единицы сельскохозяйственной продукции;
- прироста урожая от совместного внесения воды и питательных веществ, при правильном поливном режиме и общем высоком уровне агротехники – превышает сумму прибавок от раздельного действия этих факторов. Прирост урожая в среднем оценивается для зерновых колосовых на 8 – 26%; а содержание клейковины – на 2 – 3%; корней сахарной свеклы на 5 – 22%; семян безвысочной сахарной свеклы – на 30 – 57% ; сена люцерны – на 5 – 14%;
- полной механизации и автоматизации всех операций, связанных с приготовлением и применением жидких удобрений непосредственно в условиях фермерских хозяйств;
- возможность внесения удобрений на тех этапах развития растений, когда им в наибольшей степени необходимы элементы питания и влага. При этом обеспечивается более равномерное распределение элементов питания по площади, расширяется возможность улучшения качества продукции за счет проведения поздних подкормок независимо от фазы развития растений;
- совмещение операций полива и внесения удобрений исключает применение специальных разбрасывающих машин, уменьшает требования к слеживаемости, размеру гранул и другим

Семена с всхожестью 75% (на 10-й день прорастания) считаются некондиционными. В производственных условиях, при внесении сухих удобрений, всхожесть была 77,4%, а на вариантах с фертигацией она повсеместно увеличилась до 81,8-84,6%.

Зерновые-колосовые. Фертигация эффективна и на зерновых-колосовых культурах. Как правило, такая подкормка совпадает с наибольшей потребностью растений во влаге, приходящейся на наиболее жаркий период лета, т.е. с необходимостью обязательного проведения полива зерновых.

На сероземно-луговых почвах, с посевами озимой пшеницы сорта «Безостая-1», удобрения с водой вносились с двумя подкормочными поливами поливной нормой по 600 м³/га. С первым поливом вносилась половина дозы азота (N₃₀ кг/га д.в.) и полная фосфора (P₃₀ кг/га д.в.) в форме нитрофоса. Со вторым поливом - в фазу: конец цветения - начало молочной спелости - вносился только азот (вторая половина дозы -N₃₀ кг/га д.в.) в форме мочевины. Во втором опыте, как и в первом - при внесении удобрений с водой получен достоверный урожай зерна и при увеличении доз удобрений от N₆₀P₃₀ до N₉₀ P₄₅ кг/га д.в. - составил - 58,6 - 61,9 ц/га. Таким образом, прибавка урожая на двух вариантах опытов, составила соответственно - 6,3 и 8,6 ц/га. Кроме того, качество зерна так же повысилось - содержание белка увеличилось с 10,3 до 13,1%, клейковины - с 20,2 до 25,6% по сравнению с внесением сухих минеральных удобрений, внесенных обычным способом.

Кукуруза на зеленую массу. На кукурузе (на зеленую массу) внесение минеральных удобрений с поливной водой показало, что увеличение доз азотных удобрений (аммиачной селитры) с 60 до 90 кг/га д.в. (вносимых с тремя подкормочными поливами поливной нормой 600...800 м³/га) способствует значительному увеличению прироста зеленой массы. Так, при внесении N₆₀ кг/га д.в. урожай получен 465 ц/га, а прибавка в урожае составила 128 ц/га или 38,2%. Дальнейшее увеличение дозы удобрений до N₉₀ кг/га д.в. стабилизировало урожай на уровне 561 ц/га, с прибавкой урожая на уровне 224 ц/га. Наиболее эффективной, для кукурузы на зеленую массу, следует считать дозу в количестве N₉₀ кг/га д.в. с тремя поливами в период: выметывания метелок - молочно восковая

или 0,2 г/л) на формирование генеративных органов, улучшением избирательности оплодотворения и завязывания семян в клубочках, а так же их созревания.

Таблица 1

Культура	Оптимальный вариант, кг/га д.в.	Урожай, ц/га (опыт/контроль)	Прибавка урожая, по отношению к контролю, ц/га	Кол-во удобрительных поливов	Фаза развития
Сахарная свекла фабричная	$N_{30}P_{30}K_{30}(H_{\phi}+X_{\kappa})$	445/383	72	2	Корнеобразование, сахаронакопление
Сахарная свекла семенная	$P_{30}K_{30}(AA+X_{\kappa})$ $N_{30}P_{30}K_{30}(H_{\phi}+X_{\kappa})$	20/13 21/13	7 8	2 2	Цветение, плодобразование
Озимая пшеница Безостая-1	$N_{60}P_{30}(H_{\phi})$ $N_{90}P_{45}(H_{\phi})$	59,6/53,3 61,9/53,3	6,3 8,6	2 2	Колошение, начало налива зерна
Кукуруза зеленая масса	$N_{60}(H_{\phi})$ $N_{60}(H_{\phi})$	465/337 561/337	128 224	3 3	Выметывания метелок, мол.восковая спелость
Кукуруза на зерно	$N_{50}P_{50}K_{50}(H_{\phi}+X_{\kappa})$	73/55	18	3	Выметывания метелок, мол.восковая спелость
Помидоры	$N_{40}(AA)$ $N_{40}P_{40}(H_{\phi})$ $N_{40}P_{40}K_{40}(H_{\phi}+X_{\kappa})$	524/439 588/439 596/439	85 149 157	2 2 2	Цветение, плодобразование

Внесение разных форм жидких удобрений с оросительной водой положительно сказывается не только на урожайности семян сахарной свеклы, но и на их крупности (качестве). Так, выход крупных кондиционных фракций семян с диаметром 5,5 и 4 мм увеличивается с 32,2 до 47,5% и, наоборот, в общей массе семян, под влиянием фертигации, содержание мелких фракций 3,5 и 3,0 мм снижается с 30,5-34,5 до 27,2-19,0%.

физико-химическим свойствам туков, расширяет возможность для безтарной транспортировки удобрений и применения их жидких форм, сокращает потери питательных веществ на выщелачивание, не создает повышенных концентраций почвенных растворов, удовлетворяя запросы обеспечения культурных растений элементами питания когда они особенно чувствительны к их недостатку, снижая экологическую безопасность загрязнения окружающей среды;

- возможности уменьшения уплотнения пахотного слоя почвы за счет сокращения количества проходов специальных сельхозмашин для обработки поля;

Анализ вышеизложенных исследований наглядно подтверждает целесообразность перехода к новым ресурсосберегающим технологиям комплексного регулирования водного и пищевого режимов почвы.

1.2 Технология удобрительного орошения

Удобрительное орошение создает благоприятные условия для выращивания самых различных сельскохозяйственных культур: сахарной свеклы фабричной и семенной, зерновых – колосовых, кукурузы на зерно и силос, многолетних трав, сои, фасоли, винограда, садов, овощных культур. Удобрительное орошение эффективно может быть применено в различных природно-климатических условиях Кыргызстана.

Факторы удобрительного орошения, в основном, являются стимуляторами получения дополнительного урожая (см. таблицу) сельскохозяйственных культур. Преимущества внесения минеральных удобрений с поливной водой больше всего проявляются во второй половине вегетации в сомкнутых посевах и высокорослом состоянии, когда механическая заделка в почву туков практически невозможна. Прежде, чем внести в почву минеральные комплексные удобрения по способу фертигации, следует сухую фазу удобрений (азота N, фосфора P, калия K) обратить в жидкую фазу, т.е. туки растворить в воде и, таким образом, получить жидкий концентрированный маточный раствор пищевого питания, который затем вводится в

водный поток не более как в 0.3%-ном соотношении. Приготовление маточного раствора с заданной концентрацией осуществляется в любой растворной 5 – ти кубовой емкости (баке). Для этого бак на 30% объема ($1,5 \text{ м}^3$), загружается требуемым составом сухих минеральных удобрений. Остальные 70% объема заполняется водой. Производится механическое перемешивание смеси до полной растворимости всех компонентов. При таком соотношении концентрация маточного раствора составит $C_M = 100 \text{ кг/м}^3$ воды.

При фертигации используются хорошо растворимые в воде сухие удобрения. Из азотных удобрений - мочевины и аммиачная селитра имеет высокую растворимость и практически не образует шлама.

Из фосфорных удобрений необходимо применять - аммофос и, как исключение - двойной суперфосфат. Аммофос хорошо растворяется и образует небольшое количество тонкодисперсного шлама, а при концентрациях в сотые доли процента - агрессивность раствора к металлу становится минимальной.

Из калийных удобрений следует применять нейтральный хлористый калий. Полнота растворения зависит от очередности засыпки разных видов удобрений в емкость. Рекомендуются порядок растворения: двойной суперфосфат; затем калийные и азотные удобрения. Этому порядку следует придерживаться особенно при использовании в качестве азотного удобрения - сернокислого аммония.

2 Режим внесения жидких удобрений с поливной водой и урожай сельскохозяйственных культур

Режим внесения концентрированных минеральных удобрений с поливной водой должен отвечать следующим условиям. Дозаторы (дозировочный кран) обеспечивают подачу минеральных компонентов в поливную воду с необходимой частотой и в потребных количествах. Концентрация удобрений в поливной воде при норме полива более $500 \text{ м}^3/\text{га}$ не должна превышать 0,2...0,3 % в сухой и жаркий периоды. В дождливый и прохладный периоды этот предел может быть увеличен до 0,5%. Так, например, при удобрительных поливах

нормой $300 \text{ м}^3/\text{га}$ концентрация поливной воды обычно не должна превышать 0,01...0,1 % или 0,1...1,0 г/л, а при норме полива $600...900 \text{ м}^3/\text{га}$ - 0,2...0,3 % или 2...3 г/л.

При внесении жидких концентрированных удобрений с водой после уборки урожая под зяблевую вспашку, концентрация раствора допускается до 2...3 %.

Обязательное условие применения удобрительного орошения - недопущение самотечного сброса растворов за пределы орошаемого массива - в дренажные коллекторы, БСР, трубопроводы и водоемы. Концентрация удобрительных растворов контролируется по электропроводности рН-метра или солемера.

Фабричная сахарная свекла. Проведенными опытами удалось установить нормы и сроки внесения жидких минеральных удобрений с поливной водой. В опытах с фабричной сахарной свеклой, на фоне основного и рядкового удобрений ($N_{85} P_{85} K_{100} \text{ кг/га д.в.}$) наиболее эффективной оказалась подкормочная доза $N_{30} P_{30} K_{30} \text{ кг/га д.в.}$, внесенная с поливной водой в форме нитрофоса и хлористого калия ($N_F + X_K$) с двумя вегетационными поливами (нормами по $700 \text{ м}^3/\text{га}$) в период - фазы корнеобразования и накопления сахара. Прибавка урожая, по сравнению с внесением сухих минеральных удобрений на контроле составила 72 ц/га корней (табл.1), при одновременном повышении качества урожая (сахаристости) на 1,9 % и урожайности до 455 ц/га.

Семенная сахарная свекла. Фертигация эффективна не только при выращивании фабричной сахарной свеклы, но и семенной. Из шести поливов дождеванием ДДА - 100 МА поливной нормой по $700 \text{ м}^3/\text{га}$ - удобрительными поливами были - два - в фазу цветения - плодообразования. Наибольший урожай семян 20-21 ц/га был получен в вариантах внесения жидких концентрированных минеральных удобрений в количестве $N_{30} P_{30} K_{30}$ и $P_{30} K_{30} \text{ кг/га д.в.}$ в форме нитрофоса (N_F), хлористого калия (X_K) и аммофоса (A_A). Прибавка урожая, по сравнению с обычным внесением сухих минеральных удобрений, составила 7-8 ц/га.

Эффективность дополнительного внесения удобрений с оросительной водой на фоне основного удобрения объясняется благоприятным влиянием слабых питательных растворов (до 0,02%