

чество выполнения технологического процесса в конструкциях штанговых машин используются различные типы систем стабилизации штанги, изменения угла наклона штанги и автоматизированного контроля за ее положением относительно обрабатываемой поверхности.

На основе изучения конструкций отечественных и зарубежных штанговых машин нами были разработаны системы стабилизации штанги опрыскивателей «Мекосан-2500-18П» и ОШ-2300-18, а также система автоматизированного микропроцессорного регулирования положения штанги относительно обрабатываемой поверхности (СМАР). Данные разработки прошли испытания и позволили повысить равномерность распределения средств химизации по обрабатываемой поверхности.

Литература

1. Сельскохозяйственные машины (основные тенденции развития тракторных опрыскивателей) / Отв. за выпуск Ченцов В.В. Вып. 12. – М., 1984.
2. Защита растений в устойчивых системах земледелия (в 4-х книгах) / Под общ. ред. Д. Шпаара. Мн., 2004. – кн. 4 – 345 с.
3. *Amazone*. Орудия для защиты растений. Проспект.
4. *Lemken*. Прицепные полевые опрыскиватели «Примус» и «Альбатрос». Проспект.
5. *RAU*. Техника для опрыскивания. Проспект.
6. *Hardi Commander*. Проспект.
7. *TeeJet*. Проспект.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА

Дашков В.Н., д.т.н., профессор, Абрамчик Н.М.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Основой получения высокого урожая сельскохозяйственных культур является выбор оптимального водного и питательного режимов. Установлено, что наибольшая отдача от внесения удобрений получается в орошаемом земледелии. Наиболее перспективным методом программирования урожая в открытом грунте является капельный полив, который позволяет значительно снизить расход воды и энергии, а так же норму внесения удобрений вместе с поливной водой. Важное место в применении данного способа полива занимает проектирование систем капельного орошения и методы определения поливной нормы.

Овощеводство является одной из важнейших составляющих продовольственного ресурса Республики Беларусь. Удобрения и поливы – наиболее мощные факторы, влияющие на рост и развитие, а в конечном счете на урожайность и качество овощей. Оптимальная влажность почвы обеспечивает достаточное поступление элементов питания к растениям, экономный расход их и воды, способствует формированию запланированной урожайности овощных культур. Опытные данные свидетельствуют, что орошение капусты, свеклы столовой, моркови и других овощных культур увеличивает урожайность на 11,5-17,5 т/га и на 7-16 % снижает расход удобрений на единицу продукции [1].

Повышение продуктивности в плодовоовощеводстве возможно путем разработки и реализации технологий автоматизированного искусственного орошения. Как известно, урожайность культур на поливных землях в 2-3 раза, а в годы сильных засух в 4-6 раз выше, чем на неорошаемых, что касается и территории нашей республики [2]. Оценка условий естественного увлажнения и теплообеспеченности земель РБ показывает, что только во влажные годы на территории страны наблюдается избыток влаги равный 75–

170 мм. В средние годы по метеоусловиям северная зона характеризуется неустойчивым увлажнением, а центральная и южная – недостаточным. Недостаток осадков составляет до 160 мм. В сухие годы для всей территории республики характерно недостаточное увлажнение на 60...240 мм. Неиспользованные ресурсы тепла, излишне расходуемые на теплообмен и нагревание почвы, достигают в сухие годы 1,2–9,0 ккал/см² [3].

Остановимся на первом важнейшем факторе – обеспечение растений водой. Он предполагает не слепой полив, а полив программируемый: когда надо и сколько надо растению на определенном этапе его роста. Излишек оросительных вод размывает грунт, вымывает вглубь питательные элементы, уплотняет пахотный слой. При правильном выборе способа полива, строгом регулировании поливных норм и соответствующей агротехники можно не только избежать этих проблем, но и увеличить выход продукции.

В современном сельском хозяйстве существует несколько видов полива, которые отличаются между собой принципом применения в зависимости от выращиваемых растений, стоимостью, затратами водо- и энергоресурсов. В основном распространены такие виды орошения как полив по бороздам, дождевание и капельное орошение. Все выше перечисленные методы имеют свои преимущества и недостатки. Например, полив по бороздам применяют на хорошо спланированных участках с небольшим уклоном. Этот способ не требует больших затрат, однако, при таком поливе не всегда удается добиться равномерного распределения влаги. Дождевание является одним из наиболее распространенных способов, особенно при достаточно высокой густоте стеблестоя [2]. В последнее время появилось большое количество дождевальных систем с современными распылителями, но, тем не менее, их применение приводит к весьма большим потерям воды, образованию поверхностной корки, что ведет к ухудшению водно-воздушного режима, увеличивается риск заболеваний растений. По сравнению с этими способами наиболее эффективным является капельное орошение.

Капельное орошение – способ полива, при котором вода по системе полиэтиленовых трубопроводов микроводовыпусков (эмиттеров) попадает в корневую зону растений. Главной особенностью капельного орошения является подача воды непосредственно к каждому растению в соответствии с его потребностями.

Совместное нормированное внесение в почву воды и удобрений является одним из условий получения высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур. Использование систем капельного орошения одновременно с подачей раствора удобрений (фертигация) позволяет постоянно поддерживать влажность почвы в оптимальном соотношении, что приводит к более высокому коэффициенту усвоения удобрений растениями. Такая система позволяет вносить сбалансированное количество азота, фосфора, калия и микроэлементов с учетом фаз роста и сезонных потребностей растений.

Применение фертигации наиболее освоено в овощеводстве закрытого грунта и требует соблюдения определенных требований к применению удобрений. Необходимо использовать только полностью растворимые удобрения высокой химической чистоты, их состав должен соответствовать потребностям растений, они должны быть совместимы с гербицидами и пестицидами. Правильно рассчитанный и приготовленный маточный раствор обеспечивает надежную работу растворного узла и создает условия полноценного питания растений. Очень важно при подборе удобрений учитывать, что они должны быть полностью водорастворимыми и не содержать балластных примесей. [4].

Порядок проектирования системы капельного орошения заключается в предварительном расчете водопотребления, расчете количества оросительных трубок на участок согласно схеме посадки, делении участка на поливные блоки (учитывая длину рядов, мощность насоса, дебет скважины), подборе фильтростанции (учитывая расход воды по блокам и желаемое время полива участка), подборе магистральных и разводящих трубопроводов.

Предварительный расчет пропускной возможности фильтростанции и мощности водоисточника производят по формуле:

$$Q = \frac{Q_t \cdot S}{T},$$

где Q – пропускная способность фильтростанции, м³/ч;

Q_t – пропускная способность разводного трубопровода, м³/ч;

S – планируемая площадь орошения, га;

T – планируемое время работы системы в сутки, ч.

При выборе фильтростанции необходимо учитывать источник водоснабжения (открытый водоем или скважина), степень загрязненности воды, а также производительность насосной станции.

Потребность в оросительной трубке рассчитывается для каждой культуры в отдельности с учетом возделываемой площади и схемы посадки:

$$L_t = \frac{S_k \cdot 10000}{L},$$

где L_t – потребность в оросительной трубке, м;

S_k – площадь возделываемой культуры, га;

L – расстояние между оросительными трубками (по схеме посадки).

При расчете трубопроводов производят гидравлический расчет водопроводной сети, который заключается в определении диаметров трубопроводов по известному расходу воды и потерь напора на всех ее участках, а также в определении минимального давления на входе системы.

Для определения расхода воды на гектар используется следующая зависимость:

$$W = \frac{10 \cdot q}{L \cdot x},$$

где W – расход воды на гектар, м³/ч;

q – норма вылива одного эмиттера, л/ч;

L – расстояние между оросительными трубками, м;

x – расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м.

Для определения качества работы эмиттеров используют такие показатели как коэффициент вариации C_v и коэффициент истечения x .

C_v может быть вычислен путем измерения нормы истечения каждого эмиттера капельной ленты (обычно берут 25 проб).

$$C_v = \frac{S_q}{q},$$

где S_q – отклонение от нормы истечения, измеренное путем взятия проб,

q – средняя норма истечения проб.

Коэффициент истечения для эмиттеров является мерой того, как изменяется норма истечения в зависимости от изменения давления.

Для автоматизации процесса полива необходимо определять два основных показателя: остаточную влажность почвы (Н.В.) (момент начала полива) и достаточный объем поливной воды. Рассмотрим методики их определения.

Для расчета необходимого объема поливной воды определяется Н.В. в слое почвы 0-50 и 51-100 см. В нескольких (4-5) типичных для данного поля местах берут образцы почвы в слое 0,2-0,3 м и 0,5-0,6 м. Образцы с каждой глубины смешивают между собой и получают 2 средних образца с глубины 0,2-0,3 м и 0,5-0,6 м. Каждый средний образец объемом 1,5-2,0 л почвы просеивают после небольшой просушки для очистки от корней и других случайных включений. Затем просеянную землю помещают в су-

пильный шкаф на 6-8 часов при температуре +100-105°C до полного высыхания. Готовят цилиндр без дна с установленным объемом 1 л. Дно сосуда обвязывают тканью (марлей в несколько слоев) и взвешивают сосуд с тканью. Ставят сосуд на ровную поверхность и наполняют почвой объемом 1 литр, слегка постукивая по стенкам, чтобы ликвидировать пустоты, затем взвешивают и записывают вес почвы объемом 1 литр.

Подготавливают емкость с водой, опускают в нее сосуд с почвой на 1-2 см выше уровня дна для капиллярного подъема воды. После появления на поверхности почвы капиллярно поднятой воды, сосуд осторожно вынимают, чтобы не отпало тканевое дно, затем дают стечь лишней воде. Взвешивают сосуд с почвой и определяют количество капиллярной воды в граммах на 1 л почвы (Н.В.).

Необходимо организовать ежедневный учет испарения воды с единицы площади. Зная запас продуктивной воды в почве на определенную дату и ежедневный ее расход на испарение, определяют поливную норму за определенный промежуток времени. Для плодовых культур – обычно 7 и более дней. Как видно такая методика пригодна для целей автоматизации только в качестве исходной настройки параметров системы.

Более пригодны два приборных метода определения поливной нормы: эвапориметрический и тензиометрический.

Эвапориметрический метод. На метеопостах устанавливают специальный прибор – эвапориметр (для определения суточного испарения с единицы площади водной поверхности – 1 м. Этот показатель – потенциальное испарение (E_n) с 1 м² в мм/сутки. Однако для пересчета на фактическую испаряемость растений с единицы площади вводят коэффициент пересчета – $K_{\text{раст}}$, величина которого учитывает испаряемость растений. Для плодовых культур можно принять 1,05-1,20 [5] в зависимости от условий (возраст, период роста, система содержания междурядий и т.д.).

По формуле

$$E_{\text{сут.}} = E_n \cdot K_{\text{раст}} \cdot 10000$$

Получаем суточное испарение с 1 га площади.

Этот метод, принятый FAO – международной сельскохозяйственной организацией. Данный метод определения поливной нормы отличается большой точностью, но требует оборудования метеопоста в хозяйстве и ежедневного учета.

Тензиометрический метод. Применяя новые системы капельного орошения на различных культурах, начинают использовать разные типы тензиометров, определяющие влажность почвы в любом месте поля и на любой глубине активного слоя почвы. Тензиометры бывают водомерные, ртутные, барометрические, электрические, электронно-аналоговые и др. При использовании тензиометров следует соблюдать следующие правила: место установки должно быть типичным для поля и в одной точке устанавливают 2 тензиометра – один на глубине 30 см, другой – 60 см на расстоянии 15-30 см от капельницы. Установка тензиометров проводится после полива участка. Снимать показания тензиометра необходимо в ранние утренние часы, когда температура еще стабильна после ночи.

Определение величины поливных норм по показаниям тензиометров проводится с использованием графиков зависимости всасывающего давления, прибора определяющего уровень влажности почвы.

Расчет дефицита влаги производят по формуле

$$Q=10h(Q_{\text{нв}} - Q_{\text{пп}}),$$

где Q - дефицит влаги, мм;

h - глубина расчетного слоя почвы, мм;

$Q_{\text{нв}}$ – влажность объема почвы в % Н.В.;

$Q_{\text{пп}}$ – предполивная влажность объема почвы в % Н.В.

Поливная норма в л/растение определяется по формуле

$$V = (Q_{0-50} + Q_{51-100}) \cdot S,$$

где V – поливная норма, л/растение;

Q_{0-50} – влажность почвы в слое 0-50 см, мм;

Q_{51-100} – влажность почвы в слое почвы 51-100 см, мм;

S – площадь контура увлажнения капельницы (или нескольких – по количеству на одно дерево), м².

Площадь контура увлажнения определяется экспериментальным путем для конкретных условий и на основании этого производится выбор типа и количества капельниц на одно дерево с таким расчетом, чтобы при поливе образовывалась непрерывная увлажненная полоса.

Продолжительность полива определяют по формуле

$$T = V / G,$$

где G – расход воды капельницей, л/час;

T – продолжительность полива, час;

V – поливная норма, л.

Используя определенные типы тензиометров, можно автоматизировать процесс полива. В этом случае отключение насоса поливной системы проводится несколько ранее (что следует программировать), чем достигается верхний предел необходимой влажности. Для расчета интервала полива в днях необходимо поливную норму V разделить на дневную, определенную тензиометрически [5].

Анализ зарубежной информации и передового опыта республики показывают, что в мировой практике расширяются масштабы применения систем капельного полива. К их основным преимуществам относят: повышение урожайности и качества продукции; система может работать 24 часа в сутки; обеспечение равномерного распределения воды по всей длине ряда; уменьшение потребления поливной воды и энергии до 50 %; сокращение расхода удобрений и химикатов; уменьшение уплотненности грунтов; сохранения сухими междурядий и снижение засоренности их сорняками.

Таким образом, системы капельного орошения – действенный фактор раскрытия потенциала культур основными преимуществами которого являются более широкие возможности регуляции водно - питательного режима.

Анализ современного состояния овощеводства показал, что ограничивающим фактором, наиболее сильно влияющим на величину урожайности, является недостаток влаги в почве. В современном сельском хозяйстве существует множество видов полива, которые отличаются между собой принципом применения в зависимости от выращиваемых растений, стоимостью, затратами водо- и энергоресурсов. Однако, как показывает опыт, способ капельного орошения является одним из наиболее энергосберегающих и экологических.

Анализ применения различных видов полива показывает, что наиболее перспективным для овощеводства, с точки зрения рационального расходования поливной воды, точности, равномерности и своевременности ее подачи, малых потерь, возможности подкормки удобрениями, а также защиты структуры почвы и надкорневой системы растений и нечувствительности к ветровому воздействию, является капельный полив. Системы капельного орошения позволяют значительно снизить материалоемкость оборудования и затраты электроэнергии, повысить урожайность при одновременной экономии до 30-40% оросительной воды.

Сравнение методов определения расхода воды при поливе культур показывает, что важным преимуществом тензиометрического метода является возможность автоматизации процесса капельного полива и соответственно исключение влияния субъективных факторов на его эффективность.

Литература

1. Аутко А.А. Современные технологии производства овощей в Беларуси/ А.А. Аутко [и др.]. – Молодечно: «Победа», 2005. – 272 с..
2. Лихацевич, А. П. Дождевание сельскохозяйственных культур: Основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности / А. П. Лихацевич. – Минск: Белорусская наука. 2005. -278 с.
3. Голченко, М.Г. Влагообеспеченность и орошение земель в Белоруссии / М.Г. Голченко. - Мн.: Ураджай, 1976. – 196 с.
4. Аутко, А. Овощеводство защищенного грунта / А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик – Мн.: Издательство «ВЭВЭР», 2006. – 320 с.
5. Друпка, С. Подкрановое миниорошение / С. Друпка // Интенсивные технологии в садоводстве / Пер. с польск. Н.А. Чупеева: (Praca miedzynarodowa pod redakcja naukowa prof. dr S.A. Pieniazka. - Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne, Warszawa, 1986). – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 162-186.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА НА ФЕРМАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Китиков В.О., к.т.н., доцент; Праженик Д.С.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г.Минск

Эффективное навозоудаление способствует лучшему поддержанию гигиены доения и здоровья коров. Кроме того, оно улучшает микроклимат в коровнике, поскольку при этом снижается уровень содержания газовых примесей в воздухе.

В Республике Беларусь имеется более 10 тыс. ферм крупного рогатого скота. Общий выход экскрементов достигает 30 млн. тонн и требует значительных затрат на их утилизацию. Правильно спроектированная и управляемая система навозоудаления позволяет сохранять биохимическую ценность навоза как удобрения, а также снижает риск загрязнения рек, озер и подземных вод.

При реконструкции старых или строительстве новых животноводческих помещений в последнее время предпочтение отдается применению механических систем удаления навоза. Однако для обеспечения эффективной их работы необходимо при монтаже и эксплуатации учитывать определенные требования, которые были сформулированы специалистами в ходе длительных исследований и изучения опыта работы механических систем в производственных условиях.

На практике применяются следующие типы механических систем навозоудаления: скребковые, пневковые и скреперные.

В Республике Беларусь скребковые транспортеры кругового принципа движения являются наиболее распространенными техническими средствами, применяемыми для уборки навоза при привязном содержании скота. Опыт эксплуатации транспортеров показал, что они имеют низкий срок службы (два-три года), ненадежны в работе и не обеспечивают качественной уборки навоза. В результате совершенствования конструкции этих транспортеров (таблица 1) удалось в какой-то мере повысить их надежность и качество работы, хотя срок службы практически остался прежним.

Длина контура цепи транспортеров составляет: горизонтального 160 м, наклонного 13 м, скорость движения цепи, угол наклона и высота выгрузки наклонного транспортера соответственно 0,73 м/с, 30°, 2,65м.

Приводные звездочки и шкивы навозоуборочных транспортеров и конвейеров, работающие в контакте с приводными роликовыми и круглозвенными цепями, термически не обрабатываются, что приводит к их быстрому износу и нарушению нормаль-