

### **Введение**

В условиях сельского хозяйства Республики Беларусь, как показала практика, развитие производства и повышение урожайности овощных и плодовых сельскохозяйственных культур практически невозможно без искусственного их орошения. Недостаток влаги сводит к минимуму влияние на урожай всех остальных факторов (удобрений, защиту растений, качество семян, обеспеченность техникой и т. д.) [1]. Особенно энергетически эффективным является способ капельного полива с применением подпитки жидкими удобрениями (фертигации).

В среднем по Республике Беларусь дефицит влаги, например, во время вегетации картофеля может достигать 30–75 %, или 60–150 мм, при этом потери урожая картофеля могут составить 20–50 %.

Основное назначение орошения – поддержание в корнеобитаемом слое оптимального водного режима в течение вегетационного периода. При этом решаются вопросы регулируемых поливов: влагозарядного, предпосевного, вегетативного, подкормочного и освежительного. Так как вода является проводником основных питательных веществ к корневой системе, то ее недостаток (и, соответственно, растворимых в ней удобрений) сказывается в конечном итоге и на качестве выращенного продукта.

В орошении, прежде всего, нуждаются овощи и плодовые деревья, а также ряд технических культур, картофель, сахарная свекла, травы и культурные пастбища. За счет орошения можно получать прибавку урожая капусты 200–250 ц/га, даже на суглинистых и супесчаных почвах, картофеля – 80–100 ц/га, свеклы столовой – до 160 ц/га. Урожай трав может быть повышен более чем в 2 раза на орошаемых землях по сравнению с неорошаемыми.

Существует множество видов полива, которые отличаются между собой принципом применения в зависимости от выращиваемых растений, стоимостью и затратами водо- и энергоресурсов. Главным образом распространены такие виды орошения, как полив по бороздам, дождевание и капельное орошение. Все вышеперечисленные 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 удастся добиться равномерного распределения влаги. Дождевание ста-

новится одним из наиболее распространенных способов полива. В последнее время появилось большое количество дождевальных систем с современными распылителями, но их применение приводит к большим потерям воды и к образованию на почве поверхностной корки, что ведет к ухудшению водно-воздушного режима и к увеличению риска заболеваний растений. По сравнению с этими способами наиболее эффективным является капельное орошение.

### **Преимущества систем капельного полива растений**

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.

Благодаря этому, расходы воды и энергии при капельном орошении в 2–5 раз меньше, чем при традиционных способах полива, также в 3–4 раза снижаются нормы внесения минеральных удобрений, которые подаются вместе с поливной водой непосредственно в корневую зону растений. Рацион удобрений рассчитывается в соответствии с сезонными потребностями растений и подается в растворенном виде вместе с водой (система фертигации). Таким образом, подкармливаются не сорняки в междурядьях, а выращиваемые культуры [1].

Применение прикорневого капельного орошения выявило следующие его преимущества:

1) экономное использование водных ресурсов (50–90 % экономии по сравнению с традиционными способами полива);

2) возможность регулирования глубины увлажнения, количества, качества и периодичности орошения;

3) снижение риска поражения растений благодаря возможности одновременного выполнения следующих операций: внесения средств защиты растений, подкормки удобрениями, регулирования уровня рН в почве и др.;

4) во время прикорневого орошения капли воды не попадают на листву овощей, что значительно уменьшает поражение растений болезнями;

5) снижение количества сорняков как результат отсутствия увлажненных междурядий;

6) благодаря высокой равномерности распределения влаги и удобрений достигаются высокие показатели урожайности и качества овощей;

7) снижение зависимости получения высокого урожая от состояния почвы и погодных условий [2, 3].

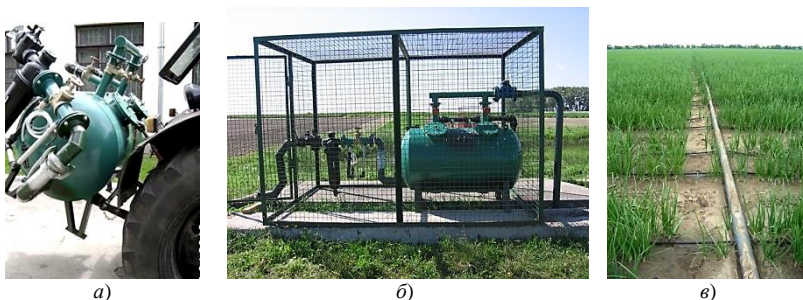
Таким образом, капельное орошение представляется наиболее эффективным способом полива по сравнению с традиционными, имею-

шими ряд существенных недостатков. Например, при дождевании и поливе по бороздам происходит перерасход воды, являющейся во многих регионах дефицитным ресурсом; нерационально используются дорогостоящие минеральные удобрения; земля после полива покрывается коркой, не пропуская кислород к корневой зоне растений, что требует дополнительного рыхления; капли воды попадают на листву, создавая своеобразные линзы, под которыми она получает ожоги, увеличивается риск появления фитофторы; из-за перенасыщения влагой в междурядьях увеличивается количество сорняков.

### Основные элементы систем капельного полива

Система капельного полива, как правило, состоит из водозаборного узла, фильтрационной станции, узла внесения жидких и водорастворимых удобрений, регулятора давления, магистрального трубопровода и оросительных трубок с капельницами в виде микроводоотпусков (эмиттеров).

Один из важнейших элементов системы – фильтрационная станция (рисунок 81а и 81б) – предназначена для доведения качества воды до установленных параметров. В зависимости от наличия в поливной воде определенных примесей и величины орошаемой площади фильтрационная станция может включать сетчатые, дисковые, гравийные и гидrocиклонные фильтры.



а) в транспортном положении; б) в рабочем положении;  
в) элемент модульного коллектора капельных трубок на поливе лука

**Рисунок 81 – Моноблок фильтрационной станции**

Регулятор давления служит для поддержания постоянного давления в оросительных трубках согласно паспортным данным. Оросительные трубки – капельные линии, укладываемые параллельно друг другу (согласно технологии) и соединенные посредством коллектора (рисунок 81в) с магистральным трубопроводом. В настоящее время существует множество моделей трубок, различающихся по толщине стенок, диаметру, расстоянию между эмиттерами для различных условий выра-

щивания сельскохозяйственных культур (таблица 22) [4]. Эмиттеры (капельные увлажнители) в зависимости от конструкции укреплены на трубках или составляют с ними единое целое. Их назначение – обеспечить равномерность по длине трубки дозированного выпуска воды из трубопровода в небольших количествах. В настоящее время наиболее распространены виды капельниц: мембранные (Katif, O-tif, supertif), спиральные (Teau, driplex, lego, netafim), контурные (Eolos), ниточные (Rain-bird) и компенсированные (Rain-bird, Multibar).

Таблица 22 – Влияние параметров капельной ленты на полив

Параметр	Влияние на полив	Примечание
Толщина стенок	<ul style="list-style-type: none"> <li>• толстые стенки увеличивают устойчивость к повреждениям при установке и защищают от животных;</li> <li>• позволяют эксплуатировать систему при более высоком рабочем давлении и давлении при промывке;</li> <li>• позволяют увеличить срок эксплуатации ленты</li> </ul>	Капельная лента с более толстыми стенками дороже и обычно используется на засоренных полях, при подпочвенном расположении ленты; лента с более тонкими стенками используется для культур, выращиваемых один сезон
Расстояние между эмиттерами	<p>Небольшое расстояние между эмиттерами используется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• для больших поливных норм;</li> <li>• при прорастании семян;</li> <li>• на легких почвах для их лучшего увлажнения.</li> </ul> <p>Большое расстояние между эмиттерами используется там, где необходимы небольшие расходы поливной воды, без увеличения риска забивания эмиттеров</p>	Выбор расстояния между эмиттерами зависит от структуры почвы и технологии выращивания сельскохозяйственной культуры
Номинальный расход воды	<p>Большой расход воды необходим:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• на песчаных почвах для лучшего их увлажнения;</li> <li>• для снижения риска забивания эмиттеров.</li> </ul> <p>Маленький расход позволяет улучшить увлажнение более тяжелых почв</p>	Выбор номинального расхода зависит от возможностей источника воды, длины капельной ленты, структуры почвы, выращиваемой сельскохозяйственной культуры
Диаметр	Большой диаметр позволяет использовать капельную ленту большей длины	Капельная лента с большим диаметром более дорогостоящая

Важным элементом системы капельного орошения является удобрительный узел, который предназначен для дозированного внесения

удобрений и средств защиты растений от почвенных вредителей. Удобрительный узел, как правило, используют в виде инжектора, который отличается простотой и надежностью.

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 оптимальную влажность почвы, что приводит к более высокому коэффициенту усвоения удобрений растениями. Система позволяет вносить сбалансированное количество азота, фосфора, калия и микроэлементов с учетом фаз роста и сезонных потребностей растений.

### Особенности применения фертигации в системах капельного полива

Фертигация предполагает соблюдение определенных требований к применению удобрений. Необходимо использовать только полностью растворимые удобрения высокой химической чистоты, их состав должен соответствовать потребностям растений и быть совместимым с гербицидами и пестицидами. Правильно рассчитанный и приготовленный маточный раствор обеспечивает надежную работу растворного узла и создает условия полноценного питания растений. Составить питательный раствор можно двумя способами: на основе комплексных удобрений или используя исключительно простые. Очень важно при подборе удобрений учитывать, что они должны быть полностью водорастворимыми и не должны содержать балластных примесей [5].

Многие зарубежные производители выпускают комплексные водорастворимые удобрения, специально предназначенные для систем капельного орошения (таблица 23).

Таблица 23 – Комплексные водорастворимые удобрения с микроэлементами «Лифдрип»

Удобрение «Лифдрип»	Содержание, %										
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	SO <sub>3</sub>	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Универсал	20,0	20,0	20,0	1,0	1,5	0,010	0,016	0,007	0,001	0,005	0,001
Урожай	10,0	8,0	42,0	1,0	3,0	0,025	0,035	0,015	0,003	0,015	0,003
Рост	15,0	8,0	25,0	3,5	9,0	0,025	0,035	0,015	0,003	0,015	0,003
Бор	16,0	6,0	28,0	2,0	7,0	–	–	–	–	0,030	–

Преимущества полностью растворимых в воде удобрений: содержат полный комплекс макро- и микроэлементов; обеспечивают сбалансированное питание по периодам роста и развития растений; обеспечивают повышение урожайности и улучшение качества выращенной продукции; увеличивают устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды; не вызывают ожогов листьев, т. к. не содержат натрия,

хлора и других примесей; микроэлементы находятся в хелатной форме; обеспечивают высокую степень усвоения элементов растениями за счет эффективной хелатной формы; не оставляют солевого налета на листьях.

Для некоторых овощных культур отечественные жидкие удобрения, которые также можно использовать при подкормке растений вместе с поливной водой (таблица 24), разработаны в РУП «Институт почвоведения и агрохимии», входящем в состав Научно-практического центра по земледелию НАН Беларуси.

Таблица 24 – Содержание микроэлементов в комплексных водорастворимых удобрениях отечественного производства для различных культур

Культура	Содержание, %									
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na	B	Mn	Zn	Mo	Cu	Co
Свекла	8	4	9	1	0,15	0,1	–	–	–	–
Капуста	8	4	9	–	0,15	–	0,15	0,01	–	–
Морковь	8	4	9	–	0,15	–	–	–	0,1	0,001

В известных расчетах при проектировании системы капельного полива не учитывается влияние реологических свойств применяемых жидких удобрений на качество орошения и подкормки. Тем не менее, наши исследования показывают, что при изменении температуры и давления в системе изменяются вязкость и плотность удобрения. Это, в свою очередь, влияет на процесс подачи питательного раствора в систему, а следовательно, и на концентрацию удобрений в поливной воде, на движение воды с растворенными в ней удобрениями по капельной ленте и ее истечение через эмиттеры.

Необходимо при расчете расхода питательного раствора через эмиттер ввести коэффициент изменения плотности удобрений в зависимости от температуры окружающей среды. Численные значения коэффициентов изменения плотности удобрений в зависимости от температуры окружающей среды для различных удобрений определяются опытным путем.

## Выводы

Применение систем капельного орошения изменило современный подход к комплексу вода – почва – растение на фоне дозированного полива и режима питания, а также способствовало новому подходу в области орошения в целом. При этом основой получения высокого урожая сельскохозяйственных культур является выбор оптимального водного и питательного режимов.

В развитых странах мира системы капельного полива растений применяются уже несколько десятилетий, и за это время было создано множество нового оборудования для реализации такого способа полива, накоплен богатый практический и теоретический опыт.

Так как реологические свойства применяемых удобрений влияют на качество полива и подкормки сельскохозяйственных культур, в расчетах систем капельного орошения необходимо учитывать коэффициент, показывающий изменение плотности удобрения в зависимости от температуры окружающей среды.

25.08.2014

### Литература

1. Агродепартамент [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.agrodepartament.ru/drip.html>. – Дата доступа: 06.08.2008.
2. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sprinkler.narod.ru/oroshenie.htm>. – Дата доступа: 07.07.2008.
3. Григоров, М.С. Сравнительные достоинства различных способов полива / М.С. Григоров, В.А. Федосеева // Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы: доклады Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 20–22 марта 2007 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт мелиорации. – Минск, 2007. – С. 109–112.
4. User Manual. Roberts Irrigation Products. – U.S.A., 2001. – 107 с.
5. Аутко, А.А. Овощеводство защищенного грунта / А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. – Минск: Изд-во «ВЭВЭР», 2006. – 320 с.

УДК (631.95:573.6):631.147

**Э.К. Снежко, Н.Ф. Капустин,  
С.А. Абрамчук**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)*

**УТИЛИЗИРУЮЩИЕ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ  
ФАКЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА  
БИОГАЗОВЫХ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
УСТАНОВОК**

### Введение

Во многих развитых странах органические отходы сельскохозяйственного производства (навоз всех видов животных, помет птиц и отходы растениеводства) используются как возобновляемый источник энергии (ВИЭ) и для получения качественных органических удобрений.

В аграрном секторе Республики Беларусь имеется огромный потенциал для успешного внедрения биогазовых энергетических комплексов (БГЭК). Из отходов ферм крупного рогатого скота (КРС), свиноводческих и птицеводческих комплексов ежегодно можно производить по биогазовой технологии анаэробного сбраживания более полутора миллиардов кубических метров биогаза. Срок окупаемости БГЭК – от 2 до 5 лет [1].