

Капельное орошение – резерв эффективности использования земли, воды и энергии

В.Н. Сторчоус, к.с.-х.н., АБиП ФГАОУ ВО Крымский ФУ

Активное развитие аграрного сектора России требует принятия неотложных мер по улучшению состояния и использования земельного фонда. Проблемы сельского хозяйства вызывают особый интерес на современном этапе развития российского государства. Во многом он обусловлен приданием развитию агропромышленного комплекса статуса одного из приоритетных национальных проектов, реализация задач которого должна в перспективе привести к росту показателей сельскохозяйственного производства и развитию аграрного сектора российской экономики.

Садоводство, виноградарство и овощеводство в Крыму – важнейшие отрасли сельскохозяйственного производства. Для решения задач стабильного обеспечения населения Крыма и отдыхающих сельхозпродукцией в наше время и на перспективу необходимо дальнейшее повышение эффективности использования орошаемых земель. Но для этого необходимо комплексное решение проблемы рационального использования водных ресурсов, уменьшения зависимости выращивания сельскохозяйственных культур от неблагоприятных погодных условий.

Дефицит пресной воды был самой острой проблемой в Крыму всегда. В 2014 г. на полуострове сложилась критическая ситуация с водоснабжением отдельных городов, а также с организацией орошения и полива сельскохозяйственных культур. Северо-Крымский канал, подающий на полуостров днепровскую воду, необходимую для нужд населения и полива сельскохозяйственных культур, официально прекратил функционировать 8 мая 2014 г. По данным Госкомводхоза Крыма, в 2014 г. в Крыму произошло сокращение поливных земель в 7,6 раза по сравнению с 2013 г. и составило

17,7 тыс. га. Площади, орошаемые дождеванием, сократились в 14,5 раза и составили 5,4 тыс. га. Поверхностным поливом по бороздам и полосам поливалось 6,9 тыс. га.

Эффективность использования крымских земель упала в три раза. Альтернатива орошаемого земледелия, учитывая засушливый климат полуострова, – это внедрение капельного орошения [1, 2].

К концу 2013 г. в Крыму капельным способом орошалось около 14,5 тыс. га. Площадь ежегодно увеличивалась примерно на 10%, однако в 2014 г. она уменьшилась почти в 2,7 раза и составила 5,4 тыс. га.

Материалы и методы исследования. В течение более 30 лет нами изучались элементы технологии микроорошения садов, виноградников и овощных культур в хозяйствах Нижнегорского, Симферопольского, Бахчисарайского, Раздольненского, Сакского районов Крыма [3, 4].

Цель исследования – изучение режимов орошения садов, виноградников и овощных культур в условиях Крыма при капельном способе полива. Исследование проводили на опытных участках.

Управление режимами орошения осуществляли по показаниям влажности почвы, определяемой с помощью тензиометров. Поливные нормы рассчитывали, исходя из дефицита влаги в активном корнеобитаемом объёме почвы, с учётом локального её увлажнения. Все учёты и наблюдения на опытных участках проводили по общепринятым методикам [5].

Результаты исследования. Установлено, что своевременное проведение поливов обеспечивается при использовании для контроля влажности почвы тензиометров, которые должны устанавливаться на глубине 30 и 60 см и на расстоянии 25–30 см от штамба дерева или куста винограда.

Поливную норму нетто ($m_{нетто}$) с учётом локального характера увлажнения определяют по формуле:

$$m_{нетто} = 10 \cdot \Delta W \cdot K_y, \text{ м}^3 / \text{га}, \quad (1)$$

где ΔW – дефицит влаги в почве перед поливом, мм;

K_y – коэффициент увлажнения площади, доли ед.

При формировании зоны увлажнения почвы в виде вытянутых по оси ряда полос K_y определяется по формуле:

$$K_y = \frac{a}{b} \text{ доли ед.}, \quad (2)$$

где a – ширина зоны увлажнения одним поливным трубопроводом, м;

b – расстояние между поливными трубопроводами, м.

При формировании зон увлажнения в виде отдельных пятен K_y определяется по формуле:

$$K_y = \frac{S_1}{S_2} \text{ доли ед.}, \quad (3)$$

где S_1 – площадь увлажнения под одним растением, м²;

S_2 – площадь питания одного растения, м².

В зависимости от биологических особенностей растений, почвенных и климатических условий рационально увлажнять от 10 до 30% площади многолетних насаждений.

Поливную норму брутто ($m_{брутто}$) определяют по формуле:

$$m_{брутто} = \frac{m_{нетто}}{\eta} \text{ м}^3 / \text{га}, \quad (4)$$

где η – коэффициент полезного использования воды при данном способе полива, доли ед.

При капельном орошении $\eta = 0,98$, при микродождевании $\eta = 0,90$, при поливе по бороздам $\eta = 0,85$.

Объём воды, который необходимо подавать за один полив на весь орошаемый участок или его часть (μ_1), определяется по формуле:

$$\mu_1 = m_{брутто} \cdot S_3 \text{ м}^3, \quad (5)$$

где S_3 – площадь всего орошаемого участка или его части, га.

Объём воды, который необходимо подавать за один полив в каждый поливной трубопровод (μ_2), определяется по формуле:

$$\mu_2 = \frac{\mu_1 \cdot 1000}{n}, \text{ л}, \quad (6)$$

где n – количество поливных трубопроводов на участке, шт.

Расход воды (Q) всей системой микроорошения или её частью (блоком одновременного полива) определяется по формуле:

$$Q = \frac{g_0 \cdot L}{360000}, \text{ л/с}, \quad (7)$$

где L – общая длина поливных трубопроводов на всей системе или на её части (блоке), м;

g_0 – расход воды поливным трубопроводом длиной 1 м, л/час.

Ордината гидромодуля (Q_0) всей системы микроорошения или отдельного блока определяется по формуле:

$$Q_0 = \frac{Q}{S}, \text{ л/с га}, \quad (8)$$

где S – площадь орошаемого участка или его части (блока), га.

При капельном орошении для учёта необходимо определить объём воды, который надо подавать за один полив в каждый поливной трубопровод.

Исходя из расхода водовыпусков, их количества, расхода поливного трубопровода (л/час на 100 погонных метров) определяется общий расход воды системой капельного орошения или отдельным её блоком.

Продолжительность полива определяется исходя из величины поливной нормы, объёма воды, необходимого для полива всего участка или его части, расхода воды всей системой или отдельным блоком.

В результате исследований установлено, что иссушение корнеобитаемого объёма почвы происходит неравномерно по всему объёму. Наиболее интенсивное иссушение почвы в многолетних насаждениях происходит в приштамбовой зоне радиусом 60–80 см и до глубины 50–80 см, а овощных культур – до глубины 30–50 см. По глубине почвенного профиля иссушение происходит также неравномерно: в то время когда в верхних горизонтах 0–40 см влажность снижается до уровня 60–70% НВ, в более глубоких горизонтах она остаётся на достаточно высоком уровне – 80–90% НВ.

Верхней границей диапазона оптимального влагосодержания является влажность, соответствующая НВ, а нижней – влажность на уровне 0,7–0,8 НВ. Нижняя граница зависит от вида растений, фаз их развития, почвенных условий. Установлено, что для плодово-ягодных культур и винограда нижней границе предельно допустимой влажности почвы соответствует всасывающее давление почвы 0,50–0,75 атм., овощных – 0,3–0,4 атм.

Установка тензиометров на орошаемых участках осуществляется в зависимости от особенностей культуры, способа и техники полива, организации процесса полива.

Замеры всасывающего давления проводятся один раз в 2–3 дня в течение первых 5–6 дней после очередного полива или выпадения обильных (более 20–30 мм) дождей и через день – перед очередным поливом. Во избежание влияния температуры на величину показаний тензиометров

замеры необходимо выполнять в одно и то же время суток, предпочтительнее утром.

На базе серийно выпускаемых барографов был изготовлен и апробирован в полевых условиях прибор, который в комплекте с тензиометром способен регистрировать всасывающее давление почвы. Показатели всасывающего давления выдаются в виде графика на бумажной ленте с недельным периодом наблюдений. Прибор может быть использован в производственных и особенно в научных целях, для регистрации динамики всасывающего давления в непрерывном режиме.

В результате статистической обработки многочисленных данных, полученных в процессе исследований, были определены репрезентативные точки в почвенном профиле, получены уравнения регрессии, с помощью которых, определив влажность в этих точках, по формулам (9, 10) с минимальными затратами времени и средств можно определять наличие влаги во всём активном корнеобитаемом объёме почвы:

$$y_1 = 0,88x_1 + 2,83, \quad (9)$$

$$y_2 = 0,94x_2 + 2,45, \quad (10)$$

где y_1 – влажность почвы в слое 0–50 см;

y_2 – в слое 50–100 см;

x_1 – в слое 20–30 см;

x_2 – в слое 50–60 см.

Таким образом, определив влажность почвы в слоях 20–30 и 50–60 см с помощью уравнений регрессии можно определять влажность почвы в метровом слое в целом и по слоям 0–50 и 50–100 см.

При оперативном контроле за влагозапасами почвы тензиометрическим методом тензиометры необходимо устанавливать в репрезентативных точках. Практическое решение задачи управления водным режимом почвы на орошаемом участке сводится к поддержанию на протяжении вегетационного периода оптимального диапазона всасывающего давления почвы.

В условиях Крыма суммарное водопотребление (за вегетационный период с учётом осадков) в интенсивных садах различного типа при капельном орошении составляет: 4700–5400 м³/га – во влажные годы и 3100–4400 м³/га – в засушливые годы. Доля орошения в общем водопотреблении сада составляет: 15–25% – во влажные и 40–50% – в засушливые годы. Расход воды на 1 ц продукции при капельном орошении в 1,4–4,7 раза меньше по сравнению с другими способами полива.

При капельном орошении интенсивных садов различного типа (с плотностью посадки 1000–2000 дер/га, увлажнением 25% площади, при урожайности 100–500 ц/га) на формирование 1 ц урожая расходуется до 13,6 м³ оросительной воды – в годы с влажным вегетационным периодом и до 23,8 м³ – в годы с засушливым периодом.

Определено, что применение капельного орошения в насаждениях яблони, груши и винограда с

поддержанием предполивной влажности почвы 70% НВ даёт возможность формировать на протяжении вегетационного периода самый благоприятный водный режим. В насаждениях персика и овощных культур оптимальный режим влажности почвы – 80% НВ. Установлено, что интенсивнее всего влагозапасы используются овощными культурами в слое 0–40 см почвы, плодовыми культурами и виноградом 30–70 см. В молодых садах в различные по гидротермическим показателям годы требуется проведение 10–16 поливов средней поливной нормой 70 м³/га. Оросительные нормы при этом варьируют от 700 до 1120 м³/га. В семечковом саду с сортами летнего срока созревания в различные по погодным условиям годы требуется проведение 6–12 поливов при оросительных нормах 1020–2040 м³/га. В семечковом саду с сортами осенне-зимнего срока созревания в связи с более продолжительным периодом формирования урожая количество поливов увеличивается до 8–14, оросительные нормы при этом возрастают до 1360–2380 м³/га.

Для поддержания рационального режима влажности почвы в плодоносящем косточковом саду достаточно проводить 5–10 поливов. При оросительной норме 850 м³/га – во влажный год и 1700 м³/га – в засушливый.

Для обеспечения высокой продуктивности овощных культур требуется в зависимости от культуры и года выращивания от 7 до 25 поливов оросительной нормой 1200–2400 м³/га.

Крымские аграрии успели оценить выгоду от систем капельного полива: поля картофеля, других овощных культур, сады, виноградники, ягодники и зерновые приносят более продуктивный урожай, который не зависит от изменения в количестве осадков. Результаты научных исследований и практический опыт работы хозяйств показывают высокую эффективность систем микроорошения. Так, урожайность при капельном орошении яблони составляет 220–650 ц/га, винограда – 70–140 ц/га, овощей (томатов, лука) – более 1000 ц/га.

По многолетним наблюдениям прибавка урожая при капельном орошении по сравнению с дождеванием достигает на плодовых породах и виноградниках 20–40%, на овощных культурах – 50–80% и более, при этом овощи созревали на 5–10 дней раньше обычного срока.

Внедрение систем капельного орошения на зерновых культурах также привело к высоким урожаям: кукурузы собрали 120 ц/га при среднем показателе по Крыму 15 ц/га, пшеницы – по 50 ц/га, а на неорошаемых полях – 8,5 ц/га.

Выводы. Правильно подобранные элементы техники полива и технологии полива позволяют рационально расходовать поливную воду, электроэнергию, эффективно использовать земли и обеспечивают высокую продуктивность насаждений.

Разработанные режимы орошения позволяют оптимизировать водный режим почвы в садах, виноградниках и овощных культур, обеспечивая подачу воды в активную корнеобитаемую зону почвы оптимальными нормами в оптимальные сроки с экономией воды по сравнению с другими способами полива в 1,5–3 раза и более, энергии – более чем на 30–40%.

Литература

1. Ясониди О.Е. Капельное орошение. Новочеркасск: Лик, 2011. 322 с.
2. Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій ХХІ ст. // Матеріали ІІ науково-практичної конференції. Київ: ІВП іМ, 2014. 98 с.
3. Сторчоус В.Н. Результаты исследований плодовых культур и винограда при капельном орошении в Крыму // Сельскохозяйственные науки: Научные труды КАТУ. 2005. Вып. 90. Симферополь. С. 187–193.
4. Сторчоус В.Н. Капельное орошение – резерв экономии воды при выращивании винограда, плодовых и овощных культур в Крыму // Наукові праці ПФ НУБіПУ (КАТУ). Серія «Сільськогосподарські науки». 2014. Вип. 161. Сімферополью. С. 148–153.
5. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Министерство плодоовощного хозяйства СССР ВНИИС им. И.В. Мичурина. Мичуринск, 1985. 116 с.