



УДК 631.371

СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛИВА В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Никифорова Л.Є., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-23-41

Аннотація - работа посвящена рассмотрению методов программирования полива в сооружениях защищенного грунта. Рассмотрены различные методы программирования полива и средства получения информации для них. Приведены экспериментальные результаты по определению величины транспирации для автоматизации полива.

Ключевые слова – полив, защищенный грунт, средства информационного обеспечения, программирование.

Постановка проблемы. Растения как в условиях открытого, так и защищенного грунта, используют солнечную радиацию, двуокись углерода из атмосферы, воду и питательные вещества для производства биомассы, интенсивность которого определяется интенсивностью фотосинтеза [1]. Потребность растений в воде, идущей в основном на транспирацию, удовлетворяется извлечением ее корнями из почвы. В свою очередь, также постоянно происходит испарение воды из почвы. Суммарное испарение, таким образом, определяет количество воды, которое в условиях защищенного грунта возмещается исключительно поливом. Расходы на воду и ее подготовку для полива составляют заметную часть в общих затратах при производстве продукции в теплицах, однако экономия воды, не приводящая к снижению урожайности, возможна только при правильном определении водного режима растений, т. е. при правильном программировании полива. Поэтому научные исследования по автоматизации полива *актуальны*.

Анализ последних исследований. Программирование полива - это сочетание технических процедур, предназначенных для предсказания и определения времени и продолжительности полива. Современные методы программирования полива можно разделить по используемой для принятия решений информации на три группы [1-3]:

- базирующиеся на измерении содержания влаги в почве;

- базирующиеся на определении водного режима растений;
- базирующиеся на измерении параметров микроклимата.

Первая группа методов заключается в поддержании влажности почвы в пределах между двумя ее уровнями. Для измерения текущих значений влажности почвы используются тензиометры, водоотметчики, динамические рефлектометры и системы сканирования среды (рис. 1). Первые два из указанных выше измерительных преобразователей основаны на измерении силы натяжения жидкости, т.е. усилия, которое должны приложить корни растений для извлечения влаги из почвы. Эти измерители получили широкое распространение благодаря дешевизне и простоте установки, однако применение непрямого метода измерения существенно снижает их точность, которая также существенно зависит от типа почвы и ее температуры. Динамические рефлектометры, основанные на принципе измерения времени задержки электромагнитного импульса в почве, не смотря на свою высокую точность, еще не получили широкого распространения вне пределов исследовательских центров из-за их высокой стоимости. Системы сканирования среды представляют собой набор датчиков, расположенных на разной глубине и присоединенных к регистратору данных. Однако внедрение таких систем в производство сдерживается их высокой стоимостью.

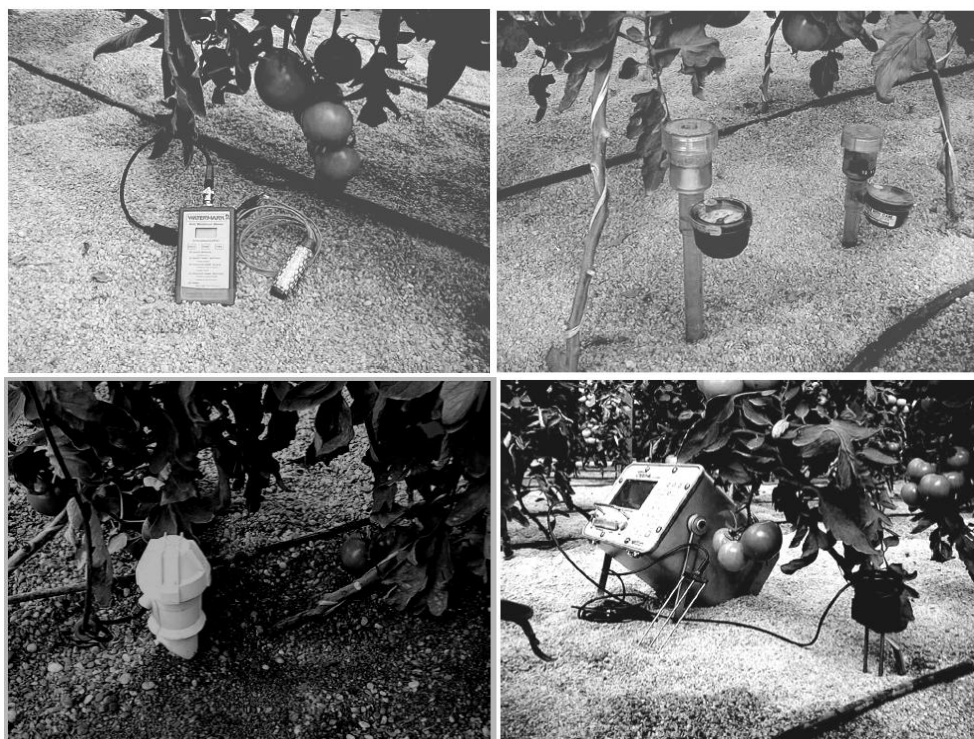


Рис. 1. Приборы для определения влажности почвы (слева направо): тензиометр, водоотметчик, динамический рефлектометр и датчик системы сканирования среды.

Таким образом, для более широкого внедрения методов программирования полива, основанных на измерении влажности почвы, необходимо дальнейшее совершенствование измерительных преобразователей. Однако не следует забывать, что сам водный режим растений определяется не только влажностью почвы. Поэтому в последнее время проводятся исследования для развития методов программирования полива, основанных на непосредственном измерении водного режима растений. Эти методы основаны на измерении диаметра стебля или вегетативных органов (рис. 2) в ночное и дневное время с определением разницы между этими величинами, которая пропорциональна объему воды, испаряемому растением при транспирации. Существенным недостатком таких методов является заметная разность величины транспирации для разных видов растений и ее зависимость от стадии развития растения и его отдельных органов.



Рис. 2. Приборы для измерения диаметра плодов и стебля томатов.

Другой разновидностью датчиков водного режима растений являются датчики водного потока (рис. 3), позволяющие производить измерения в режиме реального времени. Основным недостатком таких приборов является их высокая стоимость и необходимость при принятии решения о поливе учитывать значение солнечной радиации и величины дефицита давления водных паров.



Рис. 3. Датчик водного потока, установленный на стебле.

Общим недостатком указанных приборов является также неудобство их применения в производственных условиях, трудности в выборе репрезентативного растения и числа устанавливаемых датчиков. Все эти проблемы существенно сдерживают применение таких датчиков в реальном производстве. Такие системы могут применяться в основном для разработки или уточнения графиков поливов в условиях повторного выращивания одного вида растений при точном поддержании параметров микроклимата в теплице.

Целью работы является разработка метода автоматизированного полива растений, позволяющего учитывать потребности растительных биосистем во влаге и приемлемого для использования в производственных условиях.

Результаты исследований. По указанным выше причинам наиболее простым и доступным для применения в производственных условиях является программирование полива на основе параметров климата. Эти методы основаны на оценке значений параметров микроклимата и стадии развития растений (прежде всего, учитывается значение площади листьев и листового индекса), которые позволяют определить потребность в воде. Для определения потребности в воде растений (для теплиц без почвы) разработаны модели оценки транспирации для разных видов растений [2,3]. При выращивании растений в почве по рекомендации ФАО [4] с достаточной степенью точности можно потребность в воде (т. е. суммарное испарение) $T_{Об}$ принять пропорциональной величине транспирации $T_{Тр}$ с поправочным коэффициентом K , определяемом для конкретного сооружения с возможной уточняющей поправкой на вид растений и его стадию развития, т.е.

$$T_{Об} = K \cdot T_{Тр}. \quad (1)$$

Поскольку в сооружениях защищенного грунта температура поддерживается с достаточно высокой точностью, то главным возмущающим фактором, который в основном и определяет величину транспирации, является величина потока солнечной радиации. Большие сооружения из-за наличия достаточного объема почвы обладают большой аккумулялирующей способностью, поэтому потребность в поливной воде может определяться по дневной сумме солнечной радиации, поступающей в теплицу, или по многолетним метеорологическим данным.

Величина поправочного коэффициента для сооружения в целом может быть легко определена следующим образом. Величина транспирации вычисляется по количеству растений, умноженному на измеренную с помощью датчика водного потока величину транспирации для одного растения. В свою очередь, величина суммарного испарения может быть определена из уравнения водного баланса при измерении величин объема полива R и дренажа L , а также значений влаго-

содержания почвы в теплице $W_{нач}$ и $W_{кон}$ соответственно в начале и в конце периода времени (обычно за неделю) по результатам измерения влажности почвы

$$T_{Об} = W_{нач} - W_{кон} + R - L. \quad (2)$$

Для определения влажности почвы использовался динамический рефлектометр Trase Model 6005x1 (SoilMoisture Equipment Corp., США). Установление таким образом соотношения между $T_{Тр}$, $T_{Об}$ и величиной дневного потока солнечной радиации позволяет осуществлять программирование полива по многолетним метеорологическим данным (преимущественно для больших теплиц) или по данным измерения дневной суммы солнечной радиации, проникающей в теплицу.

При наших измерениях было установлено, что величина транспирации может быть определена по эмпирической формуле исходя из величины измеренной суммарной радиации в теплице $R_{внутр}$ и номера дня в году N :

$$T_{Тр} = (0,30 + 0,002 \cdot N) \cdot R_{внутр} \text{ (если } N < 210); \quad (3)$$

$$T_{Тр} = (1,35 - 0,003 \cdot N) \cdot R_{внутр} \text{ (если } N > 210). \quad (4)$$

С достаточной степенью точности величина суммарной радиации в теплице $R_{внутр}$ может быть определена по величина суммарной солнечной радиации измеренной на метеостанции $R_{внеш}$ с учетом коэффициента прозрачности теплицы k

$$R_{внутр} = k \cdot R_{внеш}. \quad (5)$$

На рис. 4 приведены результаты измерения $T_{Тр}$ в экспериментальной теплице. Сама же разовая доза полива определяется из желаемой равномерности влажности почвы (большее число поливов и меньшая разовая его величина соответствует меньшим колебаниям величины влажности почвы).

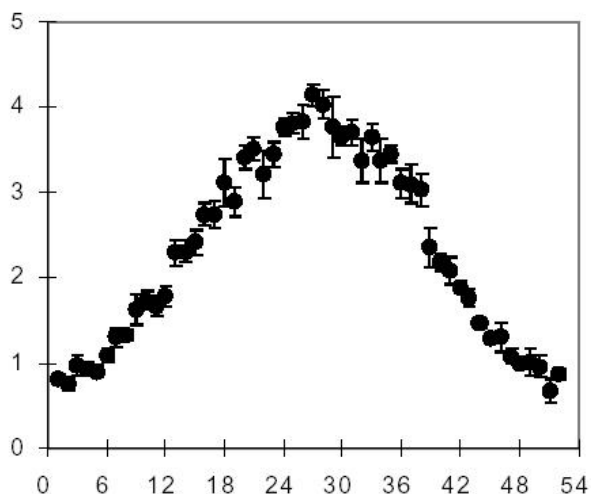


Рис. 4. Измеренное значение транспирации в экспериментальной теплице (в миллиметрах за день) по неделям года.

Выводы. Использование программирования полива на основе параметров микроклимата позволяет снизить затраты электроэнергии на 10% и повысить адаптационную способность растений к возмущающим факторам на 12%.

Литература.

1. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др. ; под ред. Н.Н. Третьякова. – М. : Колос, 1998. – 640 с.
2. *Stanghellini C.* Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management / C. *Stanghellini*. - Ph. D. Dissertation. – Wageningen : Agricultural University, 1987. - 150 p.
3. *Boulard T.* Greenhouse tomato crop transpiration model application to irrigation control/ T. *Boulard*, R. *Jemaa* // Acta Horticulturae. - 2006. - №335. – P. 381-387.
4. *Doorenbos J., Pruitt W.* Las necesidades de agua de los cultivos/ J. *Doorenbos*, W. *Pruitt* // FAO Riego y Drenaje. - 1977. - №24. – P. 142-148.

ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОЛИВУ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Никифорова Л.Є.

Анотація - робота присвячена розгляду методів програмування поливу в спорудженнях захищеного ґрунту. Розглянуто різні методи програмування поливу й засоби одержання інформації для них. Наведено експериментальні результати по визначенню величини транспірації для автоматизації поливу.

INFORMATION SUPPORT AUTOMATION IRRIGATION IN THE GREENHOUSE

L. Nikiforova

Summary

The article is dedicated to the consideration methods of plant watering programming in structures of the protected ground. The various methods of watering programming and means reception of the information for them are considered. The experimental results of transpiration value definition for watering programming are given.