

---

## ОПЫТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ МАЛООБЪЕМНОМ ОРОШЕНИИ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ

А.В. Шуравилин<sup>1</sup>, Ашраф Елсайед Махмуд Елсайед<sup>1</sup>,  
В.И. Канардов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра почвоведения и земледелия  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова  
ул. Б. Академическая, 44, Москва, Россия, 127550

В работе представлены материалы исследований технологии малообъемного орошения в аридных условиях. Установлена высокая эффективность капельного орошения при возделывании овощных культур. По сравнению с поверхностным поливом по бороздам выявлена значительная экономия воды, прибавка урожая и снижение затрат воды на единицу продукции. Испытание систем капельного орошения показало, что капельный полив рекомендовано проводить с режимом учащенной подачи воды.

**Ключевые слова:** аридная зона, малообъемное орошение, капельное орошение, овощные культуры.

В развитии мелиорации земель в последние годы произошли коренные изменения: от широкой мелиорации страна перешла к почти полному прекращению мелиоративных работ, особенно оросительных.

Работы по строительству новых мелиоративных систем практически не проводятся. Реконструкция ранее построенных мелиоративных систем не ведется; средства на эксплуатацию и обновление не выделяются. В результате сокращаются площади мелиорированных земель. Даже в засушливые годы поливается не более половины земель с оросительной сетью. Общая площадь орошаемых земель резко сократилась. Мелиоративное состояние земель неудовлетворительное.

Засухи и суховеи приводят к значительному снижению урожайности сельскохозяйственных культур, а в отдельных регионах и к полной гибели посевов. Все это обуславливает необходимость пересмотра отношения к развитию орошения в аридной зоне. Необходима срочная реконструкция оросительных систем, выработавших свои ресурсы, и строительство новых с использованием достижений мелиоративной науки.

В условиях ограниченных водных ресурсов очень важно изыскать новые водосберегающие технологии полива, позволяющие наиболее экономно использовать поливную воду. При этом необходимо применять такие способы орошения, которые повышают производительность труда на поливе, сокращают эксплуатационные затраты и обеспечивают механизацию и автоматизацию распределения оросительной воды по полю. К наиболее перспективным способам полива следует отнести дождевание, подпочвенное и капельное орошение: они существенно повышают коэффициент использования оросительной воды при повышении урожайности овощных культур. Их технологичность, применимость в сложных условиях

и эффективность отмечает ряд авторов [1; 2; 3]. Однако эти способы орошения пока не нашли широкого применения в орошаемом овощеводстве и практически не испытывались. В связи с этим возникает необходимость исследования новых способов орошения и выявления наиболее перспективных из них для полива овощных культур.

При обилии тепла и света на орошаемых землях овощные культуры дают высокие урожаи, не снижая качества товарной продукции. Наибольшую ценность из овощных культур представляет белокочанная капуста. В балансе производства овощной продукции она имеет значительный удельный вес.

Для проведения полевых опытов была построена опытная оросительная система, включающая подпочвенное и капельное орошение, дождевание и поверхностный полив по бороздам. Опыт заложен по схеме, которая включала варианты, приведенные в таблице.

Таблица

Схема опыта

№ п/п	Вариант опыта	Предполивная влажность почвы, % от наименьшей влагоемкости (НВ)
1	Поверхностный способ полива по бороздам (контроль)	75—7—80
2	Орошение дождеванием из стационарных систем	
3	Капельное орошение	
4	Внутрипочвенное орошение	

Основной целью исследований являлось установление наиболее эффективных способов орошения белокочанной капусты, обеспечивающих возрастающее плодородие почв и получение плановых урожаев с высоким качеством продукции при наименьших затратах оросительной воды на типичных сероземах аридной зоны.

Почва — староорошаемый типичный серозем, с глубоким залеганием грунтовых вод (более 5—6 см), плотность сложения составляет 1,32—1,34 г/см<sup>3</sup> и пористость — 49,7—50,4%. Содержание гумуса в пахотном горизонте 0—25 см колеблется в пределах 1,0—1,2%, а в подпахотном 25—40 см — 0,85—0,89%. Почвы обладают слабощелочной реакцией: рН = 7,8. Содержание карбонатов составляет 7,2—7,6%. Количество азота в пахотном слое составляет 0,084%, фосфора — 0,17% и калия — 1,81%, подвижные формы их соответственно составляли 4,34, 39,74 и 358 мг/кг почвы. При этом в почвенном поглощающем комплексе содержание обменного кальция достигает 80%, а обменного натрия — менее 0,5%.

Наши исследования показали, что различные способы орошения существенных изменений в макро- и микроагрегатный состав почвы не вносили, однако отмечалась некоторая тенденция увеличения макроагрегатов в пахотном слое почвы при капельном и подпочвенном орошении. Если в первых двух вариантах количество макроагрегатов размером свыше 0,25 мм в слое 0—25 см составляло 17,7—18,5%, то в вариантах 3—4 их содержание возросло до 19,0—20,3%.

В вегетационный период капусты количество поливов, сроки их проведения и затраты оросительной воды зависели в значительной степени от способа орошения. Для раннеспелой капусты при поливе по бороздам было проведено 4—5

поливов оросительной нормой 2070—2695 м<sup>3</sup>/га. В вариантах, где полив проводился дождеванием и капельным способом, количество поливов было больше, чем в контроле. Оросительная норма была наименьшей при капельном способе полива — 1190—1370 м<sup>3</sup>/га, а при дождевании — 1505—1775 м<sup>3</sup>/га. По сравнению с контролем расход оросительной воды был меньше при капельном орошении на 42,5—49,2%, а при дождевании — на 27,3—34,1%. Следует отметить, что во всех вариантах первый полив нормой 230—240 м<sup>3</sup>/га был приживочный.

Более существенные различия в количестве поливов в зависимости от способа орошения наблюдались при возделывании позднеспелой капусты. На посадках позднеспелой капусты на фоне увлажнительного полива проводилось 2 приживочных и от 6 до 11 вегетационных поливов. При поливе по бороздам (контроль) потребовалось провести 9 поливов по схеме 5-3-1 с оросительной нормой 4630—4710 м<sup>3</sup>/га.

При поливе дождеванием число поливов по сравнению с контролем увеличилось на два, они проводились по схеме 5-4-2. Однако оросительная норма была меньше, чем в контроле, на 1080 м<sup>3</sup>/га, или на 22,9—23,3%, и составляла 3630—3550 м<sup>3</sup>/га.

Наименьшая оросительная норма была получена при капельном орошении (3050—3140 м<sup>3</sup>/га), наибольшая — при орошении по бороздам (4630—4710 м<sup>3</sup>/га). По сравнению с бороздковым поливом оросительная норма при капельном орошении была меньше в среднем на 33,7%, а при подпочвенном орошении и дождевании — на 29,1 и 23,1% соответственно.

Данные по водному балансу почвы показали, что суммарный расход влаги для раннеспелой капусты составляет в среднем 3049—4131 м<sup>3</sup>/га, а для позднеспелой капусты — 4045—5629 м<sup>3</sup>/га. Наименьший суммарный расход влаги отмечался при капельной орошении, наибольший — при поливе по бороздам. На посевах раннеспелой капусты суммарный расход влаги при поливе дождеванием, капельном и подпочвенном орошении был меньше, чем при бороздковом поливе, соответственно на 25, 20 и 18%, а позднеспелой капусты — на 20—25%. Наибольшую долю в водном балансе занимает оросительная вода — 42—57,7% и 76,5—83% для ранне- и позднеспелой капусты соответственно.

Наиболее высокая равномерность увлажнения почвы по площади обеспечивалась поливом дождеванием. При бороздковом поливе даже на коротких бороздах (50 м) не было достигнуто равномерности распределения влаги ( $K_p = 0,7$ ). Достаточное увлажнение почвы у основной массы корневой системы происходит при капельном и подпочвенном орошении. Однако распределение влаги из увлажнителей по профилю почвы книзу повышается.

Величина КПД техники полива при поливе по бороздам в среднем изменялась в пределах 0,54—0,62. Заметно выше КПД техники полива был получен при дождевании (0,62—0,72). Наибольший КПД техники полива был зафиксирован при капельном поливе (0,87—0,90) и несколько меньше — при внутрипочвенном орошении. Наибольшие потери оросительной воды в контроле приходились на поверхностный сброс и глубинную фильтрацию. При дождевании бесполезно рас-

ходовалось на испарение от 21,6 до 25,8% воды. На участках с капельным и подпочвенным орошением основные потери приходились на глубинную фильтрацию.

Полученные данные по урожайности капусты показали, что наиболее высокая урожайность обеспечивается при капельном орошении. В среднем за 2 года урожай раннеспелой капусты составил 44,8 т/га, а позднеспелой — 57,2 т/га. По сравнению с контролем он был выше на 8,15 т/га, или 22,2%, при возделывании раннеспелой капусты, и на 10,98 т/га, или 23,7%, — для позднеспелой капусты. Несколько меньший урожай капусты был получен при поливе дождеванием: на 1,31 и 1,68 т/га, или на 2,9 и 3,0% меньше, чем при капельном орошении, для раннеспелой и позднеспелой капусты соответственно, но значительно больше контроля — на 6,84 т/га, или 18,7%, при возделывании раннеспелой капусты, и на 9,38 т/га, или 20% для позднеспелой капусты.

При подпочвенном орошении урожай раннеспелой капусты был выше контроля на 6,22 т/га, но ниже, чем при капельном орошении, на 1,93 т/га. При летнем сроке посадки урожай в варианте 4 был выше контроля всего лишь на 1,85 т/га, но ниже, чем в варианте 3 (капельное орошение), на 9,13 т/га.

Качество капусты несколько улучшается при капельном орошении и при поливе дождеванием. Содержание витамина С и общего сахара повысилось на 10—20% по сравнению с бороздковым поливом. В варианте полива по бороздам товарная масса одного кочана раннеспелой и позднеспелой капусты была меньше, чем при капельном орошении, на 16—26,7%.

Данные экономической оценки показывают, что наиболее эффективными способами орошения являются капельный и дождевание (чистый доход составил 5344 и 6630 долл./га по суммарному урожаю ранне- и позднеспелой капусты соответственно). При поливе по бороздам и подпочвенном орошении получен чистый доход 6137 и 6199 долл./га.

Таким образом, проведенные исследования показали, что разные способы орошения белокочанной капусты не оказывают существенного влияния на агрофизические свойства типичного серозема. Однако при капельном и подпочвенном орошении отмечается тенденция к увеличению водопроницаемости и улучшению структуры почвы.

При возделывании ранне- и позднеспелой капусты рекомендуется проводить поливы дождеванием или капельным способом при влажности почвы 75—80—70% НВ. Поливные нормы принимаются 250—440 м<sup>3</sup>/га при дождевании и 75—250 м<sup>3</sup>/га при капельном орошении в зависимости от фазы развития. Приживочный полив проводится по бороздам нормой 230—320 м<sup>3</sup>/га.

Наиболее высокий урожай ранне- и позднеспелой капусты получен при капельном орошении (44,8 и 57,3 т/га, или на 22,2 и 23,7% больше контроля). При дождевании он был ниже, чем при капельном орошении, на 2,9—3,0%, но выше контроля на 18,7 и 20,0%. При подпочвенном орошении урожай был ниже, чем при капельном, на 4,5 и 19% для раннеспелой и позднеспелой капусты соответственно.

В другом опыте, заложенном в аридной зоне на среднесуглинистом сероземе, проводилось сравнительное изучение капельного орошения томата (разре-

женный и учащенный поливы) с поливом по бороздам. Микропористая трубка укладывалась под рядок растений на глубину 15 см.

В связи с тем что поливные нормы в вариантах капельного орошения значительно различались, соответственно различались и контуры увлажнения почвы по вариантам. При учащенном поливе смоченный контур распространялся вглубь не более, чем на 35—40 см, и в сторону на 15 см. Соответственно увлажнению развивалась и корневая система томатов, которая не распространялась глубже 50 см, в то время как при разреженных поливах, когда смачивался слой 0—90 см, корневая система занимала значительно больший объем. Однако в варианте с учащенными поливами, при постоянном снабжении корневой системы растений водой и минеральными удобрениями, даже при небольшом смоченном контуре обеспечивалась нормальная жизнедеятельность растений, так же как и в варианте с большими поливными нормами.

Всего в варианте с разреженным режимом капельного орошения в разные годы было проведено от 20 до 24 поливов, а в варианте с учащенными поливами — от 48 до 51 поливов. Оросительные нормы были почти одинаковыми (7300—8500 м<sup>3</sup>/га) и ниже, чем при поливе по бороздам, на 21—30%.

Полученные в опытах урожаи томатов свидетельствуют о высокой эффективности капельного орошения этой культуры в аридной зоне. Максимальный урожай достиг 112,5 т/га, что на 30,7 т/га превышает урожай на контроле. Существенной разницы между вариантами капельного орошения не наблюдалось.

В результате наших исследований установлено, что при капельном орошении томатов наблюдается значительная экономия воды, прибавка урожая и снижение затрат воды на единицу продукции (в 1,5—2 раза) по сравнению с поливом по бороздам. Исходя из технико-экономических соображений, следует рекомендовать капельный полив с режимом учащенной подачи воды, что позволяет уменьшить параметры магистральных и распределительных трубопроводов, а также снизить капиталовложения и эксплуатационные издержки на гидромеханическое оборудование.

Было проведено испытание системы капельного орошения в производстве и оценена эффективность системы капельного орошения в условиях тепличного хозяйства.

Производственные испытания системы капельного орошения в типовой стеклянной теплице на площади 700 м<sup>2</sup> показали, что применение этого способа орошения позволяет получить прибавку урожая огурцов в 1,6 кг/м (8%), сэкономить до 25% оросительной воды, снизить затраты труда на полив до 30% по сравнению с наиболее совершенным из применяемых в настоящее время способов полива дождеванием.

На основании результатов исследований была разработана принципиальная схема капельного орошения типового блока стеклянных теплиц площадью 6 га, которая позволила определить затраты на оборудование и монтаж системы капельного орошения в теплицах. Капиталовложения новой системы значительно сократились за счет того, что магистральная и распределительная сеть при ка-

пельном орошении выполнялись из пластмассовых труб малого диаметра, в отличие от металлических труб при дождевании (в соответствии с типовым проектом). Себестоимость уменьшилась за счет снижения затрат труда на полив и экономии оросительной воды.

В результате проведенных исследований установлены оптимальные параметры поливной сети капельного орошения с микропористыми трубками в условиях защищенного грунта. При этом равномерность увлажнения всего объема тепличной грядки обеспечивается укладкой трех трубок на глубине 2—5 см с расстоянием между ними 25—30 см.

Исследования показали, что наибольший урожай огурцов и томатов может быть получен при поддержании влажности почвы в пределах 75—85% от наименьшей влагоемкости (НВ).

Исследованиями установлена возможность использования микропористых трубок одновременно с поливом для обогрева тепличных грядок. При циркуляции по ним воды, подогретой до 37—39 °С, температура почвы повышается на 3—4 °С, при этом количество воды, просачивающейся в почву, не превышает величины среднесуточного водопотребления культур огурца и томата. Таким образом, установлена возможность многоцелевого использования микропористых трубок для регулирования водно-воздушного, питательного и теплового режимов почвы в условиях защищенного грунта.

На основании экспериментальных исследований разработана и предложена технология капельного орошения овощных культур в защищенном грунте, позволяющая создать оптимальный водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почвы, что обеспечивает прибавку урожая овощей до 15% и экономию воды до 25—35% по сравнению с традиционными способами полива.

Как свидетельствует мировой и отечественный опыт в области технологии возделывания различных культур, наибольшую перспективу имеют современные способы орошения. Эти способы должны обеспечить возможность подачи поливной воды и растворенных в ней питательных веществ и микроэлементов непосредственно в зону корневой системы каждого растения.

Полученные данные свидетельствуют об эффективности малообъемного способа орошения и доказывают возможность использования капельного орошения как экологически безопасного способа для полива овощных культур.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Голованов А.И. Кузнецов Е.В. Основы капельного орошения (теория и примеры расчетов). — Краснодар, 1996.
- [2] Бородычев В.В., Кузнецов Ю.В., Бородычева Е.В. Высокая эффективность капельного орошения // Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Нижней Волги. — Т. 2: Водная мелиорация, акваресурсы, экология, экономика и социальные отношения. — М.: Современные тетради, 2003. — С. 132—148.
- [3] Храбров М.Ю. Ресурсосберегающие технологии и технические средства орошения: Автореф. дис. ... докт. т. н. — М., 2008.

## **THE EXPERIENCE OF CULTIVATION OF VEGETABLE CULTURES AT LOW-CAPACITY IRRIGATION IN ARID CONDITIONS**

**A.V. Shuravilin<sup>1</sup>, Ashraf Elsayed Mahmud Elsayed<sup>1</sup>,  
V.I. Kanardov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of pedology and farming  
Russian People's Friendship University  
*Miklucho-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>All-Russian scientific research institute of hydrotechny  
and melioration A.N. Kostiakov  
*B. Akademicheskaya str., 44, Moscow, Russia, 127550*

The materials of researches of low-capacity irrigation technology in arid conditions are presented in this work. High efficiency of drop irrigation is established at cultivation of vegetable cultures. In comparison with superficial watering on furrows the considerable economy of water, the increase of crop and decrease in expenses of water on a unit of production is revealed. Test of systems of drop irrigation has shown that it is recommended to combine drop watering with a mode of the speeded up water delivery.

**Key words:** arid conditions, low-capacity irrigation, drop irrigation, vegetable cultures.