

STAGES OF DEVELOPMENT OF DRIP IRRIGATION IN CRIMEA

E. P. Borovoy¹, E. A. Khodyakov¹, V. I. Kremenskoy², A. M. Dzhaparova²¹*Volgograd State Agrarian University*²*Federal State Budget Scientific Institution «Research Institute of Agriculture of Crimea», Simferopol*

Received 01.03.2020

Submitted 10.06.2020

Abstract

Introduction. Only irrigated lands can guarantee the food security of Crimea, since natural moisture provides no more than 30% of the plant's moisture demand. For this, drip irrigation is best suited, because, compared with other irrigation methods, it can significantly increase the yield of agricultural crops, with significant savings in irrigation water. **Materials and Methods.** General scientific methods were used (the collection and systematization of the available information on the introduction of drip irrigation systems for areas and crops in the Republic of Crimea), as well as methods of statistical processing and comparative analysis were used. **Results and Discussion.** Data on the phased development of drip irrigation in Crimea are presented. Three stages of the introduction of micro-irrigation systems were identified: the Soviet period from 1976 to 1990, the Ukrainian period from 1991 to 2013 and the Russian one from 2014 to the present. The beginning of the use of drip irrigation in Crimea was 1976, when a system of drip-and-sprinkling watering of vineyards was built in the sovkhoz "Solnechnaya Dolina" in the Sudak region on an area of 14.0 hectares. The Soviet period was represented by a wide variety of types of drip irrigation systems (drip, drop-injection, drip-pulsed, micro-irrigation, subterranean, intrasoil irrigation). In the course of the research, a high economic effect was obtained from the introduction of local irrigation on perennial plantings. Since 2000, the construction of a new generation of drip irrigation systems using equipment from Israel, Italy and the USA has been started in Crimea. Irrigation pipelines began to be used with built-in through-drippers with a diameter of 12 and 16 mm, micro-outlets with an interval of 0.5 - 1.5 m, with a flow rate of 1.0 - 3.0 l / h. The dynamics of irrigated areas under drip irrigation in Crimea by years is shown. In 2013, a maximum area of 14,443 ha was watered. For 2013 and 2017, the structure of drip irrigated land with distribution of agricultural crops in Crimea was shown. The main features of the development of microirrigation for each stage of development are determined. Researches have shown that in the Soviet period (from 1976 to 1990) 2130 hectares of drip irrigation systems were built in Crimea, in the Ukrainian (from 1991 to 2013) it increased to 14443 hectares, and in the Russian (from 2014 to 2017) due to the interruption of water supply through the North Crimean Canal, it decreased to 3361 ha. However, the speed of construction of drip irrigation systems for the year changed in a different way. The lowest rates were in the Soviet period 142 hectares per year. In the Ukrainian period, they increased to 628 hectares / year, and for 4 years after the connection of Crimea to Russia, they reached the highest value of 840 hectares / year. The structure of seeding areas also changed significantly. In Soviet times, drip irrigation was used for orchards (71% of the total irrigation area) and vineyards (29%). When Crimea became Ukrainian, this method of irrigation began to be applied both to orchards (25%) and vineyards (38%), and for irrigation of vegetable and technical crops (37%). In Russian times, the minimum irrigation area of 2018 hectares (23%) was occupied by vegetable and industrial crops, bigger area- 2728 hectares (31%) for vineyards and the biggest zone - 3967 hectares (46%) for orchards. Today, drip irrigation is the most common method of watering in Crimea. The significant cost of drip irrigation systems is compensating by high crop yields and quick cost recovery. Today, government support by subsidies to agricultural manufactures contributes to the introduction of drip irrigation in new plantings of orchards and vineyards and vegetable crops.

Key words: *micro irrigation, drip irrigation of orchards and vineyards, irrigation area, irrigation modes, dropper, yield.*

Citation. Borovoy E. P., Khodyakov E. A., Kremenskoy V. I., Dzhaparova A. M. Stages of development of drip irrigation in Crimea. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 29-39 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-02.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.674.6

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В КРЫМУ

Е. П. Боровой¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е. А. Ходяков¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В. И. Кременской², научный сотрудник

А. М. Джапарова², младший научный сотрудник

¹Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, г. Симферополь

Дата поступления в редакцию 01.03.2020

Дата принятия к печати 10.06.2020

Актуальность. Гарантировать продовольственную безопасность Крыма могут только орошаемые земли, так как естественное увлажнение обеспечивает не более 30 % потребности растений во влаге. Для этого лучше всего подходит капельное орошение, поскольку, по сравнению с другими способами полива, оно позволяет значительно повышать урожай сельскохозяйственных культур, при значительной экономии оросительной воды. **Материалы и методы.** Были использованы общенаучные методы (проведен сбор и систематизация имеющейся информации по внедрению систем капельного орошения по площадям и сельскохозяйственным культурам в Республике Крым), а также методы статистической обработки и сравнительного анализа. **Результаты и обсуждение.** Представлены данные о поэтапном развитии капельного орошения в Крыму. Выделены три этапа внедрения систем микроорошения: советский период с 1976 по 1990 года, украинский – с 1991 по 2013 года и российский – с 2014 года по настоящее время. Началом использования капельного орошения в Крыму считается 1976 год, когда в совхозе «Солнечная долина» Судакского района на площади 14,0 га была построена система капельно-инъекционного полива виноградников. Советский период был представлен большим разнообразием типов систем локального орошения (капельное, капельно-инъекционное, капельно-импульсное, микродождевание, подкрановое дождевание, внутрпочвенное орошение). В процессе проведенных исследований был получен высокий экономический эффект от внедрения локального орошения на многолетних насаждениях. С 2000 года в Крыму началось строительство систем капельного орошения нового поколения с использованием оборудования из Израиля, Италии и США. Начали применяться поливные трубопроводы со встроенными проходными капельницами диаметром 12 и 16 мм, микроводовыпуски с интервалом 0,5-1,5 м, с расходом 1,0-3,0 л/час. Показана динамика орошаемых площадей под капельным орошением в Крыму по годам. В 2013 году была полита максимальная площадь 14 443 га. За 2013 и 2017 годы показана структура орошаемых земель с распределением сельскохозяйственных культур при капельном поливе в Крыму. Определены основные особенности развития микроиригации для каждого этапа развития. За 2013 и 2017 года на круговых диаграммах представлена структура орошаемых земель под капельным орошением Крыма. Определены основные особенности развития микроорошения по каждому этапу развития.

Ключевые слова: микроорошение, капельное орошение садов, капельное орошение виноградников, площадь орошения, способы полива садов, капельницы.

Цитирование. Боровой Е. П., Ходяков Е. А., Кременской В. И., Джапарова А. М. Этапы развития капельного орошения в Крыму. *Известия НВ АУК*. 2020. 2 (58). 29-39. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-02.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Орошение – важный фактор в повышении рентабельности выращивания сельскохозяйственной продукции в условиях недостаточного естественного увлажнения. Гарантировать продовольственную безопасность Крыма могут только орошаемые земли, так как естественное увлажнение обеспечивает не более 30 % потребности растений во влаге, остальное компенсируется за счет орошения [2].

Развитие капельного орошения обусловлено рядом технологических, экологических, конструктивных и агротехнических преимуществ по сравнению с традиционными способами полива. При этом способе полива экономия оросительной воды обеспечивается за счет локального характера увлажнения почвы и отсутствия сброса воды за пределы активного слоя почвы (Ходяков Е. А., 2002 и др.).

Подача воды в зону наиболее интенсивного ее потребления растениями осуществляется в соответствии с биологическими особенностями насаждений. Локальный полив растений обеспечивает оптимальные условия для роста и развития многолетних насаждений и высокие и стойкие урожаи сельскохозяйственных культур. При капельном поливе зона эффективного и постоянного увлажнения почвы зависит от оптимального количества капельниц, установленных возле многолетнего насаждения и схемы их водоподачи при локальном увлажнении [6].

Материалы и методы. Были использованы следующие методы: общенаучные (проведен сбор и систематизация имеющейся информации по внедрению систем капельного орошения по площадям и сельскохозяйственным культурам в Республике Крым), специальные (по собранным материалам были составлены таблицы, построены графики), а также методы статистической обработки и сравнительного анализа. По имеющимся материалам был дан анализ динамики изменения площадей микроорошения, начиная с 1976 по 2017 гг., а также освещены проблемы и перспективы внедрения систем капельного орошения в Крыму.

Результаты и обсуждение. *Советский этап развития капельного орошения в Крыму.* Крымский полуостров является пионером внедрения капельного орошения виноградников и плодовых культур в странах постсоветского пространства. Впервые система капельно-инъекционного орошения виноградников была построена в 1976 г. в совхозе-заводе «Солнечная долина» Судакского района на площади 14 га. Затем Всесоюзным научно-производственным объединением по механизации и орошению «Радуга» (г. Коломна) была создана система капельно-импульсивного орошения деревьев груши в совхозе-заводе «Алушта» на площади 7,0 га в существующем саду.

В 1977 г. построены системы капельного орошения в яблоневом саду с использованием оборудования фирмы «Rain Bird» (США) в совхозе «Виноградный» Симферопольского района на площади 74 га. Крымским отделом производственно-технического бюро (ПТБ) «Водиндустрия» Института гидротехники и мелиорации УААН (ИГиМ) была разработана система капельно-струйного орошения «Таврия» с подземной укладкой поливных трубопроводов и выводом капельницы на поверхность земли у ствола дерева. По данной технологии до посадки яблоневого сада был построен опытно-производственный участок на площади 12 га в колхозе им. Ленина Красногвардейского района. Со временем площадь орошения постепенно увеличилась до 425 га. В 1987 году системы капельного орошения уже функционировали на 23 участках в 14 хозяйствах Крыма, в том числе на 12 участках орошались плодовые культуры и на 11 участках – виноградники. Общая площадь садов и виноградников в 1987 году, оснащенных системами капельного орошения, составляла 1073 га.

В 1990 году в Крыму системы локального полива функционировали в 29 хозяйствах на площади 2130 га, из них в плодовых садах – 1500 га и на виноградниках – 600 га. Наиболее крупные системы капельного орошения были построены в Красногвар-

дейском районе в колхозе «им. Ленина», которые увеличились до площади 425 га, колхозе «Россия» – 360 га в семечковых садах и в экспериментальном производственном хозяйстве «Мир» в персиковом саду – 130 га. На микроорошении в Симферопольском районе в совхозе «Янтарный» на площади 145 га были заложены плодовый сад и в совхозе «Заветное» на 123 га – виноградник. На склоновых землях в совхозах-заводах «Таврида», «Гурзуф», «Малореченский» и «Морской» было более 200 га виноградников, орошаемых капельным способом полива.

В основном системы капельного орошения использовали капельницы, разработанные Крымским отделом ПТБ «Водиндустрия» Института гидротехники и мелиорации и Научно-исследовательским институтом орошаемого садоводства НААН (НИИОС г. Мелитополь, Запорожская область). На более чем 50 % от всех площадей поливаемых капельным способом применялись капельницы «Таврия», на более 20 % – «К-383» НИИОС (г. Мелитополь). На рисунке 1 представлены капельницы, наиболее часто используемые в Крыму.



Рисунок 1 – Капельницы, используемые в Крыму в советский период:

1 – поплавковая капельница «Таврия»; 2 – капельница с двумя выходами фирмы «Rain Birol» США; 3 – капельница «К-383» НИИОС НААН, г. Мелитополь

Figure 1 – Droppers used in Crimea during the Soviet period:

1 – float dropper “Tavria”; 2 – dropper with two exits of the company «Rain Birol» USA;
3 – dropper «K-383» NIIOSS NAAN, city Melitopol

По данным Сторчоуса В. Н. (2005), в колхозе «им. Ленина» Красногвардейского района урожайность яблоны сорта Голден Делишес на шестом году после посадки составила 38 т/га, Ренет Симиренко – 30 т/га, а сорта Голдспур на сильнорослом подвое – до 80 т/га.

В опытном хозяйстве Крымского филиала ИГиМ с. Желябовка Нижнегорского района в пальметном яблоневом саду за период с 1981 по 1993 год при внутривидовом и капельном орошении средняя урожайность составила 27,8-36,9 т/га, что в 1,5-2 раза выше, чем при поливе по бороздам на площади 14 га. Максимальный урожай был получен в 1985 г., который составил 66,8 т/га, по сорту Голден Делишес. В опытном хозяйстве Крымской станции садоводства в 1983 г. на площади 6 га урожайность деревьев яблони составила 128 т/га плодов (Сторчоус В. Н. 2003).

За годы использования капельного орошения средняя урожайность яблони составила 25 т/га, груши – 19 т/га, персика – 20 т/га. В совхозе-заводе «Приветное» при капельном орошении груши урожайность составила 26 т/га, тогда как при поливе по бороздам только 9,7 т/га. В Государственном Никитском ботаническом саду при этом способе полива была получена урожайность персика 19-27 т/га, а деревьев, которые растут на участках с поливом по бороздам, только 5,6 т/га.

Системы капельного орошения эксплуатировались в Красногвардейском районе (плодовые сады), Симферопольском районе (сады и виноградники), в предгорных и горных районах городов Алушты, Судака и Ялты (виноградники). За советский период с 1976 по 1990 гг. были построены системы капельного орошения на площади 2130 га, из которых регулярно поливали 1799 га, или 85 %, включая около 200 га многолетних насаждений. В советский период системы капельного орошения строились за счет государства.

Украинский этап развития капельного орошения в Крыму с 1991 по 2013 год. В 1993 г. микроорошение использовалось для полива садов и виноградников на площади около 2500 га. Крым является своеобразным полигоном для испытания систем капельного орошения. В свое время здесь были представлены практически все типы и разновидности локального орошения (капельное, капельно-инъекционное, капельно-импульсивное, подкоровое микродождевание, автоматизированная система внутрипочвенного орошения яблоневого сада и виноградника) [2].

Научные исследования позволили отойти от классического варианта капельного орошения. Здесь стали разрабатывать различные типы систем капельного орошения, которые оказались технически совершенными, с низкой технологической надежностью капельниц, отдельных узлов и деталей системы, фильтров очистки воды. В основном применялись капельницы тупикового типа с расходом 6-10 л/час, которые через 3-4 года забивались илстыми частицами и водорослями. Однако при всех недостатках была обнаружена эффективность локального увлажнения почвы в зоне наибольшего ее иссушения. Научно-обоснованные технологии микроорошения обеспечили сокращение объемов поливной воды и затрат на ее подачу, а также повышение урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5-3 раза (Кременской В. И., Джапарова А. М., 2018).

По многим причинам начиная с 1993 по 2000 года системы микроорошения в Крыму практически не строились, а имеющиеся были разворованы и не эксплуатировались. С 2000 года начались разработка и строительство систем капельного орошения нового поколения с использованием зарубежного оборудования израильского, итальянского и американского производства. Стали применять поливные трубопроводы со встроенными проходными капельницами диаметром 12 мм, 16 мм. Микропроводы устанавливались с интервалом 0,5-1,5 м по длине трубопровода. Расход микропроводов уменьшился до 1,0-3,0 л/час, что позволило уменьшить диаметры трубопроводов и снизить стоимость системы орошения. Проведенные научные исследования позволили перейти от очагового увлажнения почвы к полосовому вдоль ряда деревьев и внедрить уплотненные схемы посадок плодовых культур в интенсивных садах. Системы капельного орошения нового поколения были построены компанией «AIK Ltd» (ООО «Аква Вита») в садах ГП «Плодовое» Бахчисарайского района и на виноградниках СПК «Изумрудный» Джанкойского района, ОАО совхоза «Солнечная долина» и в совхозе «Коктебель» Судакского района [1].

Если в 2000 г. капельным способом поливалось 376 га многолетних сельскохозяйственных культур, построенных еще в 80 и 90-е годы прошлого века, то в 2005 г. уже поливалось 1749 га. В связи с внедрением нового зарубежного оборудования и передовых технологий строительства, ежегодный прирост достигал до 1,5 тыс. га. С 2010 по 2013 гг. орошаемый массив увеличился с 9116 га до 14 443 га. Прирост площадей под микроорошением составил 2766 га. По многолетним насаждениям посадки возросли на 514,3 га, из них 231,7 га сады и 243,2 га виноградники. Введена в эксплуатацию система капельного орошения ореха фундука на площади 150 га в Сакском районе.

В 2013 году на 223,8 га увеличились площади на микроорошении под овощными культурами, под бахчевыми – на 63,5 га, а под картофелем – только на 14,8 га. В этом году масштабное внедрение было отмечено в посевах кукурузы при капельном поливе

в Сакском и Красногвардейском районах на площади 1150 га. Была построена и вступила в эксплуатацию система капельного орошения кукурузы на площади 634 га в ООО «Укрзернопром Уютный» Сакского района. Эта система спроектирована и построена израильской компанией «Netafim». Стоимость строительства составила 1 млн долларов (Netafim, 2002).

В 2013 г. многолетние насаждения в Крыму, орошаемые капельным способом, занимали 62,8 % от всей политой площади. Однолетние культуры (овощи) занимали 15,5; бахчевые культуры – 5,6, картофель – 0,9; кукуруза и другие пропашные культуры – 13,7 % от общей поливной территории.

Российский этап развития капельного орошения в Крыму с 2014 по 2017 год. В связи с прекращением подачи воды по Северо-Крымскому каналу в 2014 году, площадь орошаемых земель уменьшилась со 136,8 до 17,7 тыс. га, или в 7,7 раз (таблица 1). Площадь сельскохозяйственных культур при капельном поливе в 2014 году снизилась с 14,4 до 5,4 тыс. га, то есть в 2,7 раза, однако её доля в общей площади орошаемых земель возросла с 10,6 до 30,2 %.

Таблица 1 – Площади капельного орошения в Крыму

Table 1 – Area of drip irrigation in the Crimea

Год/ Year	Общая площадь орошаемых земель, тыс.га / The total area of irrigated land, thousand ha	Капельное орошение / drip irrigation	
		тыс. га / thousand ha	доля общей площади орошаемых земель / part of the total area of irrigated land, %
1990	364,0	1,8	0,5
2010	139,4	9,3	6,5
2013	136,8	14,4	10,6
2014	17,7	5,4	30,2
2015	10,4	4,2	40,2
2016	11,7	6,6	56,6
2017	14,0	8,7	62,1

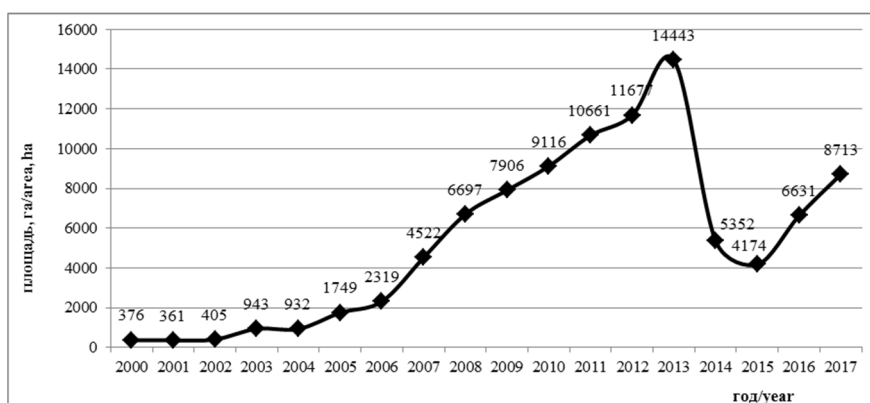


Рисунок 2 – Динамика площади орошаемых земель при капельном поливе за 18 лет использования в Республике Крым

Figure 2 – Dynamics of irrigated land area with drip watering for 18 years of use in the Republic of Crimea

Капельное орошение стало ведущим способом полива в Крыму. Исследования показали, что микроорошение в процентном отношении стабильно увеличивается, подтверждая высокую эффективность и экологическую безопасность этого способа полива (рисунок 2).

Начиная с 2000 г. площадь орошаемых земель при капельном поливе постепенно нарастала, достигая максимума 14 443 га в 2013 г. После этого, в связи с прекращением подачи воды по Северо-Крымскому каналу, она резко снизилась до 4174 га (почти в 8 раз), а затем, начиная с 2015 г., она стала вновь увеличиваться до 14,0 тыс. га в 2017 г.

Структура орошаемых земель при капельном способе полива в Крыму в 2017 г. представлена на рисунке 3.

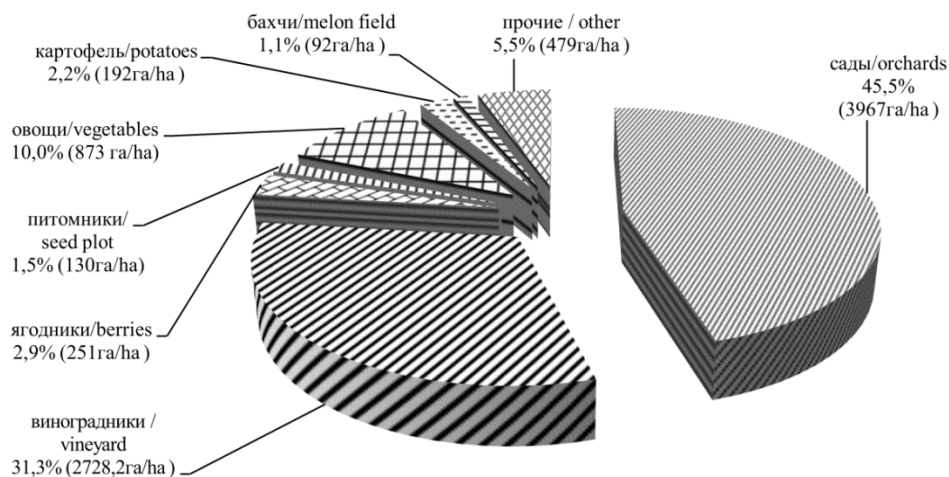


Рисунок 3 – Структура орошаемых земель при капельном орошении в Республике Крым в 2017 г.

Figure 3 – The structure of irrigated lands under drip irrigation in the Republic of Crimea in 2017

В 2017 г. площади орошаемых земель, по сравнению с 2016 г., увеличились на 2321 га, в том числе с капельным способом полива – на 2082 га.

По данным Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым, в 2017 году в крымском регионе орошалось 14 036 га, из которых 8713 га поливалось капельным способом.

В итоге доля капельного орошения в общей площади орошаемых земель за 27 лет в Крыму возросла с 0,5 % в 1990 г. до 62,1 % в 2017 г.

По структуре посевных площадей следует отметить, что в 2017 г. многолетние насаждения занимали 7076 га, или 82,6 % от всех площадей, орошаемых капельным способом. На оставшейся части поливной площади при капельном орошении выращивали такие однолетние культуры, как овощи (873 га, или 10,0 % территории), кукуруза и другие пропашные культуры (479 га, или 5,5 %), картофель (192 га, или 2,2 %) и бахчевые культуры (92 га, или 1,1 %). Такая структура посевных площадей сохранилась и на сегодняшний день. Для овощных культур и картофеля – это очень малая площадь для Крыма.

Говоря о поливе многолетних насаждений, следует отметить, что в 2017 г. капельным способом полива орошалось 3967 га садов. В сравнении с 2016 г. их площадь увеличилась на 680 га. Наибольшее количество фруктовых садов, орошаемых капельным способом находилось в Красногвардейском районе, где в 2017 году поливали 1225 га (30,9 % от общей площади полива садов при капельном орошении), в Бахчисарайском районе – 947 га (23,9 %) и в Симферопольском районе – 658,0 га (16,6 %).

Самые крупные хозяйства, занимающиеся садоводством, были АО «Крымская фруктовая компания» (1137 га), ООО «Яросвит-Агро» (500 га), ООО «Сады Бахчисарая» (270 га) и ООО «Бахчисарайская долина» (204 га).

За рубежом тоже многосторонне изучают капельное орошение для садов. Такие многолетние научные исследования проводят в Испании [10], Канаде [11], Китае [7], США [8] и других странах.

В Крыму в 2017 году капельным способом поливалось 2728 га виноградников, прибавка за истекший год составила 609 га. По виноградникам ведущее место занимали Бахчисарайский район (1470 га, или 54 % от общей площади), Сакский район (502 га, или 18,4 %) и г. Судак (392 га, или 14,4 %).

Самые крупные хозяйства, занимающиеся виноградарством, были ПАО «Бурлюк» (684 га), ООО «Крымские виноградники» (502 га), агрофирма «Черноморец» (448 га), ФГУП ПАО «Массандра» с филиалами в г. Алушта и г. Судак (404 га), АО «Солнечная долина» (199,5 га) и ООО «Инвест плюс» (177 га).

Хорошие результаты получены в США [9] и Китае [12] по эффективному выращиванию виноградников при капельном орошении в сравнении с другими способами полива.

Полученные результаты в Крыму позволили установить характерные особенности каждого этапа развития этого способа полива:

1. *Советский период.* Применялись все типы и разновидности локального микроорошения (капельное, капельно-инъекционное, капельно-импульсное, микродождевание, подкоровое дождевание, внутрипочвенное орошение), тупиковые капельницы с расходом поливной воды 6-10 л/час, очаговое увлажнение.

2. *Украинский период.* Стали использоваться системы капельного орошения нового поколения, зарубежное оборудование, поливные трубопроводы со встроенными проходными водовыпусками диаметром 12 и 16 мм, микроводовыпуски устанавливаются с интервалом 0,5-1,5 м по длине трубопровода. Расход капельниц 1,0-3,0 л/час. Увлажнение полосовое вдоль ряда растений. Водозабор из Северо-Крымского канала и местных водных источников.

3. *Российский период.* Продолжают применяться поливные трубопроводы со встроенными проходными водовыпусками зарубежного и отечественного производства, диаметром 12 и 16 мм с теми же параметрами. Однако в связи с прекращением подачи воды из Северо-Крымского канала площади орошения резко сократились, и остался только водозабор из местных водных источников (поверхностных и подземных вод).

Научные исследования и производственный опыт использования систем микроорошения в Крыму и России, начиная с советских времён, и особенно за последние 10-15 лет, свидетельствуют, что капельное орошение с локальным увлажнением почвы, позволяет оптимизировать водный режим в насаждениях, обеспечивает подачу воды в активную корнеобитаемую зону почвы оптимальными нормами в оптимальные сроки, сведя к минимуму непроизводительные её потери. Значительная стоимость систем капельного орошения компенсируется высокой урожайностью сельскохозяйственных культур и быстрой окупаемостью затрат. Сегодня государственная поддержка субсидиями сельхозпроизводителей способствует внедрению капельного полива в новых насаждениях садов и виноградников и овощных культур.

На основании проведенных исследований и обобщения полученных результатов составлена таблица 2 с этапами внедрения систем капельного орошения и структурами орошаемых земель в Крыму.

В настоящее время, когда Киев перекрыл Северо-Крымский канал, проблема орошения в Крыму встала очень остро. Начали искать новые источники воды для орошения. В частности, очищенные разбавленные сточные канализационные воды г. Симферополь [3, 4] и грунтовые воды. А из способов полива наиболее эффективным по экономии воды и урожайности сельскохозяйственных культур стало капельное орошение.

Многолетние наблюдения показали, что 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. При достаточном водоснабжении Крым может дать до 1 млн т ценных южных плодов [5].

Таблица 2 – Этапы развития капельного орошения в Крыму

Figure 2 – The stages of development of drip irrigation
in the Republic of Crimea in 2017

Этапы / stages	Период, гг./Period, years	Построено систем ка- пельного оро- шения, га / Built drip irrigation systems, ha	Темпы строительства систем капельного орошения за год, га / The speed of construc- tion of drip irrigation systems for the year, ha	Структура сельскохозяйственных культур, га/% / The structure of crops, ha/%		
				сады / gardens	виноград- ники / vine yards	овощи и техни- ческие культуры / vegetables and technical crops
Советский / Soviet	1976- 1990	2130	142	$\frac{1500}{71}$	$\frac{600}{29}$	-
Украинский / Ukrainian	1991- 2013	14443	628	$\frac{3659}{25}$	$\frac{5415}{38}$	$\frac{5369}{37}$
Российский / Russian	2014- 2017	3361	840	$\frac{3967}{46}$	$\frac{2728}{31}$	$\frac{2018}{23}$

Выводы. Проведённые исследования показали, что в советский период (с 1976 по 1990 гг.) в Крыму было построено 2130 га систем капельного орошения, в Украинский (с 1991 по 2013 гг.) возросло до 14 443 га, а в российский (с 2014 по 2017 гг.) из-за прекращения подачи воды по Северо-Крымскому каналу – снизилось до 3361 га. Однако темпы строительства систем капельного орошения за год изменялись по иной зависимости. Самые низкие темпы были в Советский период 142 га/год. В Украинский период они возросли до 628 га/год и за 4 года после присоединения Крыма к России достигли наибольшей величины 840 га/год. При этом структура посевных площадей тоже изменялась значительно. В советские времена капельное орошение применялось для садов (71 % общей площади полива) и виноградников (29 %). Когда Крым стал украинским, этот способ полива стал применяться как для садов (25 %) и виноградников (38 %), так и для орошения овощных и технических культур (37 %). В российские времена минимальная площадь полива 2018 га (23 %) была занята овощными и техническими культурами, более высокая – 2728 га (31 %) виноградниками и в наибольшей степени – 3967 га (46 %) садами.

Библиографический список

1. Боровой Е. П., Кременской В. И., Иванютин Н. М. Капельное орошение как основа развития плодородия на юге Российской Федерации // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 246-255.
2. Волкова Н. Е., Сейтумеров Э. Э., Попович В. В. Внедрение водосберегающих способов полива – основа устойчивого развития орошаемого земледелия Республики Крым // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Новочеркасск: Рос НИИПМ. 2015. №2 (58). С. 93-98.
3. Перспектива выращивания свёклы при поливе очищенной сточной водой в Крыму / Е. П. Боровой, Е. А. Ходяков, В. И. Кременской, А. М. Джапарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. №3 (51). С. 145-152.
4. Получение семян сахарной свёклы из штеклингов с использованием очищенных сточных вод в Крыму / Е. П. Боровой, Е. А. Ходяков, В. И. Кременской, А. М. Джапарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. №3 (55). С.42-50.
5. 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. С. 148-153.
6. Ясонида О. Е. Капельное орошение: монография. Новочеркасск: Лик, 2011. 322 с.
7. Application of the DNDC model to estimate N₂O emissions under different types of irrigation in vineyards in Ningxia, China / Z. Yajie, N. Haishan, W. Shiping, X. Kun, W. Rui // Agricultural Water Management. 2016. Vol. 1631. P. 295-304.

8. Comparison of irrigation automation algorithms for drip-irrigated apple trees / O. Yasin, T. P. Robert, S. C. Colin, Z. Qin // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Vol. 128. P. 87-99.
9. Data assimilation of high-resolution thermal and radar remote sensing retrievals for soil moisture monitoring in a drip-irrigated vineyard / L. Fangni, T. C. Wade, P. K. William, D. Jianzhi, D. Nick // *Remote Sensing of Environment*. 2020. Vol. 23915. Article 111622.
10. Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard / R. Aragüesa, E. T. Medinaa, A. Martínez-Cobb, J. Facia // *Agricultural Water Management*. 2014. Vol. 14. P. 1-9.
11. Effect of drip irrigation frequency, nitrogen rate and mulching on nitrous oxide emissions in a semi-arid climate: An assessment across two years in an apple orchard / M. F. Mesfin, F. N. Craig, D. J. Melanie, H. N. Gerry, D. H. Kirsten // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2016. Vol. 2351. P. 242-252.
12. Response of fruit yield, fruit quality, and water use efficiency to water deficits for apple trees under surge-root irrigation in the Loess Plateau of China / Z. Yun, F. Liangjun, L. Yibo, Z. Jian, D. Zhiguang // *Agricultural Water Management*. 2019. Vol. 2221. P. 221-230.

Conclusions. Researches have shown that in the Soviet period (from 1976 to 1990) 2130 hectares of drip irrigation systems were built in Crimea, in the Ukrainian (from 1991 to 2013) it increased to 14443 hectares, and in the Russian (from 2014 to 2017) due to the interruption of water supply through the North Crimean Canal, it decreased to 3361 ha. However, the speed of construction of drip irrigation systems for the year changed in a different way. The lowest rates were in the Soviet period 142 hectares per year. In the Ukrainian period, they increased to 628 hectares / year, and for 4 years after the connection of Crimea to Russia, they reached the highest value of 840 hectares / year. The structure of seeding areas also changed significantly. In Soviet times, drip irrigation was used for orchards (71% of the total irrigation area) and vineyards (29%). When Crimea became Ukrainian, this method of irrigation began to be applied both to orchards (25%) and vineyards (38%), and for irrigation of vegetable and technical crops (37%). In Russian times, the minimum irrigation area of 2018 hectares (23%) was occupied by vegetable and industrial crops, bigger area- 2728 hectares (31%) for vineyards and the biggest zone - 3967 hectares (46%) for orchards. Today, drip irrigation is the most common method of watering in Crimea.

References

1. Borovoj E. P., Kremenskoj V. I., Ivanyutin N. M. Kapel'noe oroshenie kak osnova razvitiya plodovodstva na yuge Rossijskoj Federacii // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2016. № 4 (44). P. 246-255.
2. Volkova N. E., Sejtumerov Je. Je., Popovich V. V. Vnedrenie vodosberegayuschih sposobov poliva - osnova ustojchivogo razvitiya oroshaemogo zemledeliya Respubliki Krym // *Puti povysheniya jffektivnosti oroshaemogo zemledeliya*. Novoherkassk: Ros NIIPM. 2015. №2 (58). P. 93-98.
3. Perspektiva vyraschivaniya svekly pri polive ochischennoj stochnoj vodoj v Krymu / E. P. Borovoj, E. A. Hodyakov, V. I. Kremenskoj, A. M. Dzhaparova // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2018. №3 (51). P. 145-152.
4. Poluchenie semyan saharnoj svjokly iz shteklingov s ispol'zovaniem ochischennyh stochnyh vod v Krymu / E. P. Borovoj, E. A. Hodyakov, V. I. Kremenskoj, A. M. Dzhaparova // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2019. №3 (55). P.42-50.
5. Storhous V. N. Kapel'noe oroshenie - rezerv jkonomii vody pri vyraschivanii vinograda, plodovyh i ovoschnyh kul'tur v Krymu // *Naukovi praci PF NUBiPU (KATU) Seriya "Sil'skogospodars'ki nauki"*. 2014. Vol. 161. P. 148-153.
6. Yasonidi O. E. Kapel'noe oroshenie: monografiya. Novoherkassk: Lik, 2011. 322 p.
7. Application of the DNDC model to estimate N2O emissions under different types of irrigation in vineyards in Ningxia, China / Z. Yajie, N. Haishan, W. Shiping, X. Kun, W. Rui // *Agricultural Water Management*. 2016. Vol. 1631. P. 295-304.
8. Comparison of irrigation automation algorithms for drip-irrigated apple trees / O. Yasin, T. P. Robert, S. C. Colin, Z. Qin // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Vol. 128. P. 87-99.

9. Data assimilation of high-resolution thermal and radar remote sensing retrievals for soil moisture monitoring in a drip-irrigated vineyard / L. Fangni, T. C. Wade, P. K. William, D. Jianzhi, D. Nick // *Remote Sensing of Environment*. 2020. Vol. 23915. Article 111622.

10. Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard / R. Aragüesa, E. T. Medina, A. Martínez-Cobb, J. Facia // *Agricultural Water Management*. 2014. Vol. 14. P. 1-9.

11. Effect of drip irrigation frequency, nitrogen rate and mulching on nitrous oxide emissions in a semi-arid climate: An assessment across two years in an apple orchard / M. F. Mesfin, F. N. Craig, D. J. Melanie, H. N. Gerry, D. H. Kirsten // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2016. Vol. 2351. P. 242-252.

12. Response of fruit yield, fruit quality, and water use efficiency to water deficits for apple trees under surge-root irrigation in the Loess Plateau of China / Z. Yun, F. Liangjun, L. Yibo, Z. Jian, D. Zhiguang // *Agricultural Water Management*. 2019. Vol. 2221. P. 221-230.

Author information:

Borovoy Evgeny Pavloich, Head of Department "Land Reclamation and Complex Use of Water Resources" of Volgograd State Agrarian University (26 Universitetsky Avenu, Volgograd, Russia, 400002) Doctor of Science (Agriculture), Professor.

Khodyakov Evgeny Alexeevich-Professor of Department "Land Reclamation and Complex Use of Water Resources" of Volgograd State Agrarian University (26 Universitetsky Avenu, Volgograd, Russia, 400002) Doctor of Science (Agriculture), Professor. ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-2213-7860> E-mail: E419829@yandex.ru

Kremensky Vladimir Ivanovich, Researcher of Department of Digital Monitoring and Modeling of Agroecosystems, Agricultural Research Institute of Crimea, 150 Kievskaya street, Simferopol, Russia, 295453

Dzhaparova Ayshe Muzafarova, specialist of Department of Digital Monitoring and Modeling of Agroecosystems, Agricultural Research Institute of Crimea, 150 Kievskaya street, Simferopol, Russia, 295453

Информация об авторах:

Боровой Евгений Павлович, заведующий кафедрой "Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов" ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, E-mail: borovoy.e.p@mail.ru

Ходяков Евгений Алексеевич, профессор кафедры "Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов" ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-2213-7860> E-mail: E419829@yandex.ru

Кременской Владимир Иванович, научный сотрудник отдела цифрового мониторинга и моделирования агроэкосистем ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (РФ, 295453, г. Симферополь, ул. Киевская, 150), E-mail: kvi19497@rambler.ru

Джапарова Айше Музафаровна, специалист отдела цифрового мониторинга и моделирования агроэкосистем, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (РФ, 295453, г. Симферополь, ул. Киевская, 150), E-mail: dja-ajj@rambler.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-03

MODELING OF CONECTION OF CROP YIELDS OF VOLGOGAD REGION AND PRECIPITATION IN MAY AND JUNE

Yu. I. Vasilyev, A. M. Belyakov, M. V. Nazarova

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Volgograd, Russia

Received 17.12.2019

Submitted 27.04.2020

Summary

The article presents the results of studies on the assessment of grain yield on the Volgograd region chestnut soils and May-June precipitation. Studies have shown that the May-June precipitation plays a leading role in the formation of cereal productivity, as plants undergo responsible stages of growth and development during this period.