

## НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ САЖЕНЦЕВ СЛИВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

**Н.Н. Дубенок**, академик РАН, **А.В. Гемонов**,  
**А.В. Лебедев**, кандидат сельскохозяйственных наук

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,  
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49  
E-mail: ndubenok@mail.ru*

*Из-за широкого распространения в практике питомниководства ресурсосберегающих технологий особую актуальность приобретают вопросы, связанные с рациональным использованием водных ресурсов. Одним из перспективных способов полива, который обеспечивает создание благоприятных условий для роста растений, считают капельное орошение. Цель исследования – разработка научно-обоснованного режима орошения при капельном поливе саженцев сливы на дерново-подзолистой почве для производства высококачественного посадочного материала. Двухфакторный полевой опыт был заложен весной 2018 г. Первый фактор – режим капельного орошения (поддержание влажности корнеобитаемого слоя почвы в диапазонах 60...80, 70...90 и 80...100 % наименьшей влагоемкости), второй фактор – сорт (Машенька и Утро) на подвое алычи. Капельный полив обеспечил формирование равномерного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы с экономией поливной воды, по сравнению с дождеванием, до 2...3 раз. В орошаемых вариантах основную часть суммарного водопотребления саженцев составляли оросительная норма (от 55 до 67 %) и атмосферные осадки (от 14 до 29 %). По биометрическим показателям (диаметр штамба, высота саженцев, площадь листовой поверхности) трехлетние саженцы, выращенные с капельным поливом, превосходили саженцы в контроле без орошения в 1,2...1,5 раза. Для выращивания максимально возможных объемов высококачественного посадочного материала сливы в питомнике рекомендуется использование режима орошения с поддержанием влажности почвы в диапазоне 80...100 % наименьшей влагоемкости. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 70...90 НВ выход стандартных саженцев снижается, по сравнению с вариантом с 80...100 % НВ, на 1...2 %, при этом оросительная норма одновременно уменьшается в зависимости от условий года на 59...206 м<sup>3</sup>/га.*

## SCIENTIFICALLY BASED REGIME OF IRRIGATION OF PLUM SEEDLINGS DURING DRIP IRRIGATION IN SOD-PODZOLIC SOILS

**Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V.**

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49  
E-mail: ndubenok@mail.ru*

*Due to the widespread introduction of resource-saving technologies in nursery practice, issues related to the rational use of water resources are of particular relevance. Drip irrigation is considered one of the most promising irrigation methods, which creates favorable conditions for plant growth. The purpose of the study is to develop a scientifically grounded irrigation regime for drip irrigation of plum seedlings in sod-podzolic soils to obtain high-quality planting material. The two-factor field experience was laid down in the spring of 2018. The first factor is the drip irrigation regime (maintaining the moisture content of the root layer of the soil in the ranges of 60 ... 80, 70 ... 90 and 80 ... 100% of the lowest moisture capacity), the second factor is the variety (Mashenka and Morning) for cherry plum stock. Drip irrigation ensured the formation of uniform moistening of the root layer of the soil, saving irrigation water in comparison with sprinkling up to 2-3 times. According to the results of studies in irrigated variants of the experiment, the main part in the total water consumption of seedlings is the irrigation rate (from 55 to 67%) and atmospheric precipitation (from 14 to 29%). In terms of biometric indicators (stem diameter, height of seedlings, leaf area), three-year-old seedlings grown with drip irrigation are 1.2-1.5 times higher than seedlings in the control variant without irrigation. For the rational use of irrigation water and the cultivation of high-quality plum planting material in the nursery, it is recommended to use the irrigation regime with the maintenance of soil moisture in the range of 80...100% of the lowest moisture capacity.*

**Ключевые слова:** *капельное орошение, питомник, саженцы, слива, водопотребление*

**Key words:** *drip irrigation, nursery-garden, seedlings, plum, water consumption*

В последние годы из-за широкого распространения ресурсосберегающих технологий в практике питомниководства и садоводства особую актуальность приобретают вопросы, связанные с рациональным использованием водных ресурсов. Одним из перспективных способов полива, который обеспечивает создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, дает возможность подавать воду непосредственно к их корням, считают капельное орошение. Повышение его эффективности основано на производстве максимума продукции при минимуме затрат поливной воды и труда [1, 2].

Перспективная плодовая культура для возделывания в центральном регионе – слива. В рамках реализа-

ции госпрограммы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса России на 2021–2030 гг. использование адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям режимов орошения позволит питомниководческим хозяйствам увеличить качество и выход стандартных саженцев, обеспечить садоводческие хозяйства районированным посадочным материалом. Поэтому исследования по разработке и обоснованию режима капельного орошения саженцев в плодовых питомниках, представляют как научный, так и практический интерес.

Капельное орошение оказывает положительное влияние на развитие сельскохозяйственных культур,

способствует экономии поливной воды, обеспечивает возможность автоматизации поливов [3, 4, 5]. Однако в современных условиях его распространение в питомниках и садах Нечерноземной зоны России сдерживает отсутствие отработанных режимов орошения, обеспечивающих формирование благоприятного водно-воздушного режима почв, а также теоретических исследований по использованию таких систем и технологий полива.

Цель исследований – разработка научно-обоснованного режима орошения при капельном поливе сливы в условиях дерново-подзолистых почв Центрального района Нечерноземной зоны России для производства высококачественного посадочного материала.

**Методика.** Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодородия «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Почвенный покров опытного участка представлен дерново-среднеподзолистой, среднесуглинистой, глубоко пахотной, глееватой, окультуренной почвой на моренном (легком песчаном) суглинке, который на глубине 140...160 см подстилают подморенные пески. Благодаря регулярному внесению больших доз навоза и систематическому известкованию почва пахотного горизонта ( $A_{\text{пак}}$ ) характеризуется слабокислой реакцией ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,7$ ). Его плотность перед закладкой опыта в 2018 г. составляла  $1,17 \text{ г/см}^3$ , общая пористость – 52,91 %, наименьшая влагоемкость – 31,7 % от сухой массы почвы, максимальная гигроскопичность – 8,6 % от сухой массы почвы, влажность завядания – 13,0 % от сухой массы почвы. Содержание гумуса в пахотном слое почвы ( $A_{\text{пак}}$ ) в среднем находилось на уровне 2,8 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 261 мг/кг и 169 мг/кг почвы, емкость поглощения катионов в пахотном горизонте – 15,2 мг-экв/100 г почвы.

В период вегетации 2018–2020 гг. складывалась достаточно теплая погода. Наибольшее отклонение от нормы среднемесячной температуры за орошаемый период (май–август) отмечали в 2018 г. – от +1,2 до +4,2 °С. Среднее отклонение температурного режима от многолетних значений за орошаемый период в 2018 г. составило +3,0 °С, в 2019 г. – +1,7 °С, в 2020 г. – +1,2 °С. За вегетационный период 2018 г. отмечено 15 дней с продуктивными осадками (более 5 мм), или 29 % от общего числа дней с осадками, в 2019 г. – 13 (23 %), в 2020 г. – 30 (45 %). Число дней с осадками более 10 мм было еще меньше: соответственно 6 (12 %), 8 (14 %) и 21 (31 %).

Двухфакторный полевой опыт по изучению различных диапазонов увлажнения на формирование

сортовых саженцев сливы, привитых на подвой алычи, был заложен весной 2018 г. в соответствии с действующими методическими рекомендациями [6, 7, 8]. Перед этим были внесены органические удобрения в виде конского навоза с опилками в количестве 100 т/га. Первый фактор (режим увлажнения почвы) включал варианты с поддержанием влажности почвы в следующих диапазонах: 60...80 % наименьшей влагоемкости (НВ); 70...90 % НВ; 80...100 % НВ; без орошения (контроль). В качестве второго фактора выступали сорта сливы Машенька и Утро.

Высадку саженцев осуществляли по схеме  $0,9 \times 0,33 \text{ м}$ , расстояние между соседними рядами разных вариантов составляло 1 м. Плотность посадки – 33,5 тыс. саженцев на 1 га. Повторность – трехкратная, расположение делянок – систематическое. В каждой повторности высаживали по 30 растений каждого сорта. Для полива использовали многолетнюю капельную линию. В первый год исследования глубина промачивания почвы составляла 30 см, во второй – 40 см, в третий – 50 см. Влажность почвы контролировали с использованием тензиометров, градуированных на основании результатов ее измерения термостатно-весовым методом. Основные агрохимические и водно-физические свойства почвы на опытном участке определяли общепринятыми методами. Результаты наблюдений за биометрическими показателями растений обрабатывали методом дисперсионного анализа с расчетом показателя наименьшей существенной разницы (НСР) при уровне значимости 5 %.

**Результаты и обсуждение.** Для поддержания предположенных порогов влажности почвы в соответствии со схемой опыта были разработаны режимы капельного орошения, в которых определены поливные и оросительные нормы, число поливов и продолжительность межполивного периода (табл. 1).

При поливе дождеванием, согласно существующим рекомендациям, растения испытывают двойной стресс от периодичности и цикличности увлажнения почвы: в начале межполивного периода по причине избыточного увлажнения нормой  $300...350 \text{ м}^3/\text{га}$ , в конце межполивного периода, продолжительность которого составляет 20...25 дней, из-за недостатка влаги. Кроме того, рекомендуемый режим орошения предполагает проведение всего 5...6 поливов, что в особо засушливые годы не позволяет поддерживать влажность почвы в оптимальном для растений диапазоне, необходимом для формирования наибольшей продуктивности. Капельный полив обеспечил формирование равномерного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы с экономией поливной воды, по сравнению с дождеванием, до 2...3 раз.

Табл. 1. Сравнительная характеристика режимов орошения саженцев сливы

Показатель	Вариант опыта									Существующие рекомендации (дождевание)
	60...80 % НВ			70...90 % НВ			80...100 % НВ			
	год исследования									
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	
Оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	705	593	460	893	816	697	952	960	903	1500...2100
Средняя поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	37,1	45,6	51,1	38,8	45,3	53,6	38,1	45,7	53,1	300...350
Число поливов	19	13	9	23	19	13	25	21	17	5...6
Межполивной период, дн.	6	9	13	5	6	9	5	6	7	20...25

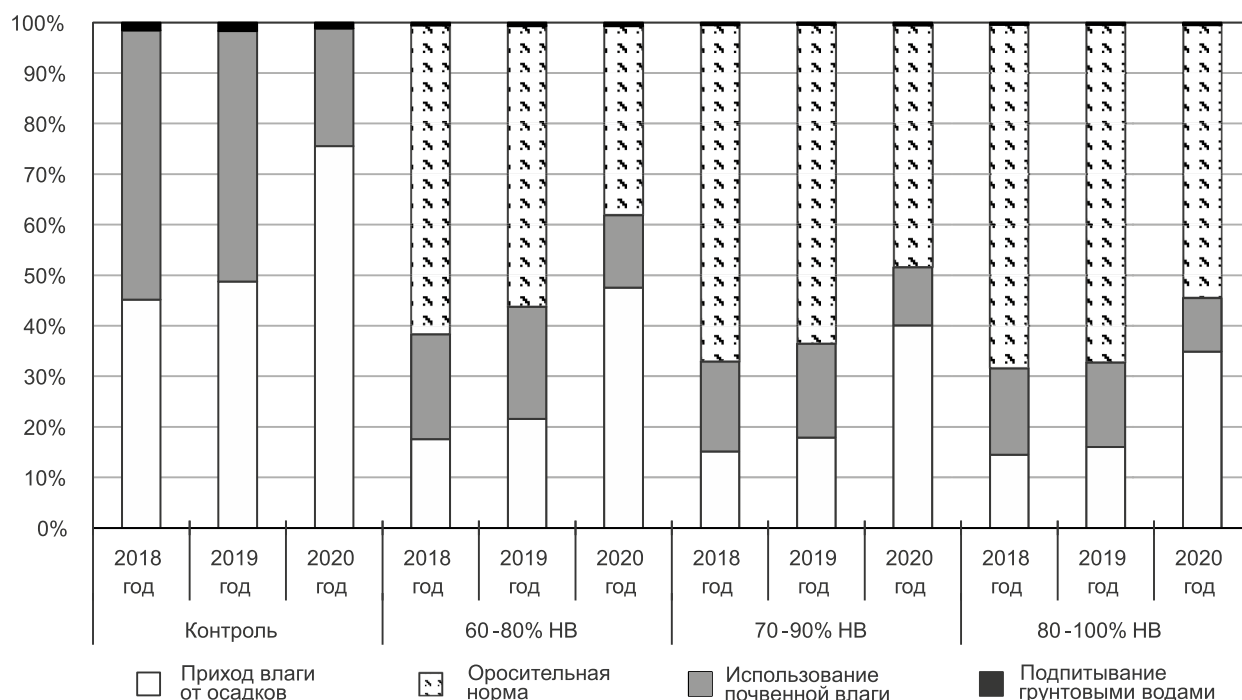


Рис. 1. Структура суммарного водопотребления саженцев.

По результатам исследований в орошаемых вариантах опыта основную часть в суммарном водопотреблении саженцев составляли оросительная норма (от 55 до 67 %) и атмосферные осадки (от 14 до 29 %). Доля атмосферных осадков увеличивалась в более влажные годы (2020 г.), а в засушливые (2018 г.), наоборот, снижалась. В контроле (без орошения), основная часть водопотребления приходилась на осадки и почвенную влагу (рис. 1).

Известно, что минимальные величины водопотребления саженцами сливы приходятся на влажные годы, максимальные – на сухие [9]. При этом существенное влияние на его величину оказывает среднесуточная температура воздуха. На основании расчетов по вариантам опыта были получены регрессионные уравнения зависимости суммарного водопотребления за декаду от среднесуточной температуры (рис. 2), согласно которым с увеличением среднедекадной температуры воздуха водопотребление возрастает. Кроме того, их анализ указывает на то, что с повышением поддерживаемой влажности почвы в корнеобитаемом слое водопотребление также возрастает (табл. 2). С использованием этих уравнений можно определять усредненное теоретическое водопотребление саженцев сливы в питомниках центрального района Нечерноземной зоны России при водобалансовых расчетах.

Результаты проведенного статистического анализа не выявили существенного влияния сортовых особенностей выращиваемых саженцев на диаметр штамба. При этом между величиной этого показателя в контроле (без орошения) и в вариантах с поливом установлены достоверные различия, возрастающие по мере повышения поддерживаемого уровня влажности почвы. Так, для трехлетних саженцев сорта Машенька средний диаметр штамба в варианте 60...80 % НВ составил 1,34 см, 70...90 % НВ – 1,62 см, 80...100 % НВ – 1,67 см, в контроле – 1,21 см; для сорта Утро – 1,32 см, 1,61 см, 1,64 см и 1,19 см (при  $HCP_{0,05} = 0,11$  см).

Максимальную в опыте высоту саженцев сливы сортов Машенька и Утро во все годы исследования также отмечали в варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 80...100 % НВ. Например, у трехлетних растений (2020 г.) при таком режиме увлажнения она была больше, чем в контроле, соответственно на 43 см и 34 см соответственно и достигала 225 см и 203 см соответственно, при  $HCP_{0,05}$  для фактора режим орошения = 24 см. Следует отметить, что на величину этого показателя большое влияние оказывали сортовые особенности. Саженцы сливы сорта Машенька были в среднем на 5...10 % выше, чем растения сорта Утро.

Площадь листовой поверхности саженцев сорта Машенька была в среднем на 5...7 % больше, чем у растений сорта Утро. Самые высокие величины этого

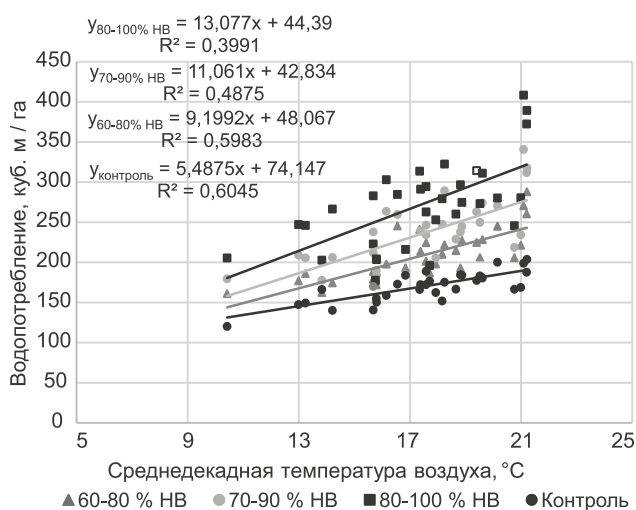


Рис. 2. Зависимость суммарного водопотребления за декаду от среднесуточной температуры воздуха.

**Табл. 2. Выход стандартных саженцев при различных режимах орошения**

Режим орошения	1 категория		2 категория		Итого	
	%	тыс. шт./га	%	тыс. шт./га	%	тыс. шт./га
Однолетние саженцы (2018 г.)						
60...80 % НВ	47	15,7	16	5,4	63	21,1
70...90 % НВ	63	21,1	15	5,0	78	26,1
80...100 % НВ	65	21,8	14	4,7	79	26,5
Контроль (без орошения)	24	8,0	18	6,0	42	14,1
Двухлетние саженцы (2019 г.)						
60...80 % НВ	45	15,1	14	4,7	59	19,8
70...90 % НВ	60	20,1	12	4,0	72	24,1
80...100 % НВ	63	21,1	11	3,7	74	24,8
Контроль (без орошения)	20	6,7	17	5,7	37	12,4
Трехлетние саженцы (2020 г.)						
60...80 % НВ	45	15,1	14	4,7	59	19,8
70...90 % НВ	60	20,1	12	4,0	72	24,1
80...100 % НВ	63	21,1	11	3,7	74	24,8
Контроль (без орошения)	20	6,7	17	5,7	37	12,4

показателя по итогам трех лет опыта отмечены в вариантах с поддержанием влажности почвы в корнеобитаемом слое в диапазоне 80...100 % НВ: Машенька – 5575 см<sup>2</sup>, Утро – 5336 см<sup>2</sup>, или больше, чем в контроле, соответственно на 283 см и 403 см при НСР<sub>0,05</sub> для фактора режим орошения = 237 см<sup>2</sup>.

Максимальный в опыте выход стандартных саженцев отмечали в вариантах с поддержанием влажности почвы в корнеобитаемом слое в диапазоне 80...100 % НВ и 70...90 % НВ, при этом значительная доля растений относилась к первой категории (табл. 2). Минимальный в опыте выход саженцев в контроле обусловлен тем, что в условиях недостаточного увлажнения развитие получал подвой, а культурная прививка погибала.

На второй год опыта выход саженцев уменьшился во всех вариантах опыта в среднем на 10 %, относительно высаженного количества, из-за перезимовки. На третий год выход саженцев практически остался неизменным, по сравнению со вторым, так как в 2019–2020 гг. была очень мягкая зима.

Таким образом, использование капельного орошения способствует увеличению площади листовой поверхности, диаметра штамба и высоты растений, что обеспечивает больший выход стандартных саженцев. Для максимально возможного производства высококачественного посадочного материала сливы в питомнике целесообразно использовать режим орошения с поддержанием влажности почвы в диапазоне 80...100 % НВ с глубиной промачивания в первый год – 30 см, на второй год – 40 см и на третий год – 50 см. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 70...90 % НВ выход стандартных саженцев снижается, по сравнению с вариантом с 80...100 % НВ, на 1...2 %, при этом оросительная норма одновременно уменьшается в зависимости от условий года на 59...206 м<sup>3</sup>/га.

**Литература.**

1. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности водопотребления саженцев сливы, выращиваемых в питомнике при капельном орошении // Плодородие. 2020. № 4 (115). С. 53–56.

2. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Общая пористость и пористость аэрации дерново-подзолистой почвы при выращивании саженцев сливы при капельном орошении // Земледелие. 2020. № 7. С. 3–6.

3. Кружилин И.П., Никольская О.А. Режим капельного орошения саженцев черешни на светло-каштановых почвах правобережья Волги // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: Материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета. 2019. С. 42–47.

4. Panigrahi P., Srivastava A.K., Huchche A.D. Effects of drip irrigation regimes and basin irrigation on Nagpur mandarin agronomical and physiological performance // Agricultural Water Management. 2012. № 104. P. 79–88.

5. Spatial root distribution of mature apple trees under drip irrigation system / D.I. Sokalska, D.Z. Haman, A. Szewczuk, et al. // Agricultural Water Management. 2009. № 6 (96). P. 917–924.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Комиссаров В.А. Методика постановки опытов с плодово-ягодными и цветочно-декоративными растениями. М.: Просвещение, 1982. 220 с.

8. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур: методические рекомендации. Мичуринск: ВНИИС, 1985. 118 с.

9. Дубенок Н.Н. Ресурсосберегающие и ландшафтоулучшающие технологии орошения склоновых земель. М.: Агробизнесцентр, 2006. 312 с.

10. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник / под. ред. Б.Б. Шумакова. М.: Агропромиздат, 1990. 415 с.

Поступила в редакцию 28.04.2021  
 После доработки 30.05.2021  
 Принята к публикации 24.06. 2021