

ОБОСНОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И РЕГЛАМЕНТА КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА САЖЕНЦЕВ ЧЕРЕШНИ

И.П. Кружилин¹, доктор сельскохозяйственных наук,
О.А. Никольская², аспирант

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
400002, Волгоград, ул. Тимирязевская, 9
E-mail: vniioz2009@rambler.ru

²Федеральный научный центр Агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук,
400062, Волгоград, Университетский просп., 97
E-mail: Lelka-Nikolskaya@mail.ru

В статье изложены результаты исследования влияния капельного орошения на выход и качество однолетних саженцев черешни. Схема опыта предусматривала изучение трех вариантов. В первом из них (контроль) влажность почвы поддерживали не ниже 80 % НВ в течении всего периода вегетации в слое 0,4 м; во втором – в слое 0,2 м до фазы активного прироста штамба с последующим углублением промачиваемого поливами слоя до 0,4 м. В третьем варианте дифференцируемый по слоям водный режим (аналогичный второму варианту) поддерживали до фазы завершения активного прироста саженцев, затем предполивную влажность снижали до 70 % НВ. Поливные нормы для промачивания слоя 0,2 м при поддержании влажности на уровне не ниже 80 % НВ составили 50 м³/га, слоя 0,4 м – 100 м³/га, слоя 0,4 м при 70 % НВ – 160 м³/га, оросительные – соответственно 1675, 1763 и 1577 м³/га. Лучшие показатели высоты центрального штамба, диаметра шейки и выхода саженцев 1 класса отмечены во втором варианте. Их величины были больше, чем в контроле, соответственно на 50 мм, 4,3 мм и 6 %. Самым водосберегающим был третий вариант, в котором затраты оросительной воды были ниже, чем в контроле, на 110 м³/га, а по сравнению со вторым – на 186 м³/га.

JUSTIFICATION OF THE WATER REGIME OF SOIL AND THE REGULATIONS OF DROP IRRIGATION OF CHERRY SEEDLINGS

Kruzhilin I.P.¹, Nikolskaya O.A.²

¹All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
400002, Volgograd, ul. Timiryazeva, 9
E-mail: vniioz2009@rambler.ru

²Federal Research Center Agroecology, complex land reclamation and protective afforestation
of the Russian Academy of Sciences,
400062, Volgograd, Universitetskii prosp., 97
E-mail: Lelka-Nikolskaya@mail.ru

The article presents the results of the study of the effect of drip irrigation of annual cherry seedlings. The scheme of experience provided for the study of three options. In the first of them (control), the soil moisture was maintained at least 80 % HB during the entire growing season in a layer of 0.4 m; in the second-in a layer of 0.2 m until the phase of active growth of the stem, followed by deepening of the layer soaked by irrigation to 0.4 m. In the third variant, the water regime differentiated by layers (similar to the second variant) was maintained until the phase of completion of active growth of seedlings, then the pre-irrigation humidity was reduced to 70 % HB. Irrigation norms for wetting the 0.2 m layer were 50 m³/ha, the 0.4 m layer – 100 m³/ha and 0.4 m at 70 % HB – 160 m³/ha, irrigation – according to the variants 1675, 1763 and 1577 m³/ha, respectively. The best indicators of the height of the central stem, the diameter of the neck and the yield of seedlings of class 1 were noted in the second variant. Their values were greater than in the control, respectively, by 50 mm, 4.3 mm and 6 %. The third option was the most water – saving, in which irrigation water costs were lower than in the control, by 110 m³/ha, and in comparison with the second-by 186 m³/ha.

Ключевые слова: саженцы черешни, прирост штамба, высота растений, диаметр штамба, капельное орошение, режим орошения, оросительная норма

Key words: cherry seedlings, stem growth, plant height, stem diameter, drip irrigation, irrigation regime, irrigation rate

Площадь Волгоградской области составляет 112,9 тыс. км², из них 78 % относится к землям сельскохозяйственного назначения, в том числе многолетними садовыми насаждениями занято 0,15 % [1]. Их продукция недостаточно даже для удовлетворения спроса населения. А с учетом необходимости обеспечения потребности в сырье предприятий перерабатывающей промышленности (например, расположенного на территории области агрохолдинга «Сады Придонья», специализирующегося на производстве фруктовых соков и консервации фруктов) возникла настоятельная необходимость увеличения объемов производства волгоградских фруктов путем расширения площади садовых насаждений и повышения их продуктивности. Тем самым определена часть существующего дефицита

плодовой продукции, который сейчас устраняется завозом из других регионов страны и из-за рубежа, будет восполнена собственным сырьём. Расширение площади садовых насаждений связано с необходимостью развития орошаемого питомниководства для выращивания конкурентноспособных по качественным характеристикам саженцев.

Увеличение производства плодовой продукции в засушливых условиях до объёмов, необходимых хотя бы для обеспечения спроса населения области, связано с решением ряда проблем [2, 3]. Основные из них, по нашему мнению, заключаются в отсутствии достаточного количества плодоносящих насаждений и питомников для производства стандартных саженцев, адаптированных к местным условиям, необходимости

активизации освоения инновационных технологий ухода за плодовыми насаждениями, организации рационального орошения садов и плодopитомников в комплексе с использованием макро- и микроудобрений, а также эффективных систем защиты садов от болезней и вредителей.

Теоритическими исследованиями обосновано, а успешно работающими зарубежными и отечественными предприятиями, занимающимися производством плодов и фруктов, подтверждена особая значимость закладки плодовых насаждений высококачественным посадочным материалом [4, 5, 6]. Высокие биометрические параметры саженцев оказывают значительное положительное влияние на их приживаемость, дальнейшее развитие и долголетие плодоношения сада [7, 8, 9].

Цель исследований – обоснование водного режима почвы и обеспечивающего его регламента поливов, обеспечивающих производство в одном из наиболее засушливых регионов высококачественных саженцев черешни.

Методика. Работу проводили в 2017–2020 гг. в плодopитомнике на базе ФНЦ «Агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН» в Дубовском районе Волгоградской области. Опытный участок расположен на слабощелочных (рН = 8,0 ед.) светло-каштановых почвах с глубоким (более 15 м) уровнем залегания грунтовых вод. Содержание гумуса в почве (по Тюрину) в среднем за годы исследований составляло 1,73 %, гидролизованного азота (по Тюрину – Кононовой) в пахотном слое – 2,35 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Мачигину) – 2,27 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) – 11,03 мг/100 г почвы [10]. Изучали влияние водного режима почвы на рост и развитие, количественные и качественные показатели саженцев черешни сорта Василиса.

Схема опыта включала следующие варианты:

1) поддержание влажности почвы в слое 0,4 м (зона формирования основной массы корневой системы товарных саженцев) в течение всего периода вегетации капельным орошением не ниже 80 % наименьшей влагоемкости (НВ) – контроль;

2) поддержание влажности почвы поливами не ниже 80 % НВ в период адаптации привоя и подвоя (до фазы начала активного прироста штамба) в слое 0,2 м с последующим увеличением глубины промачивания до 0,4 м;

3) поддержание влажности почвы до прекращения активного прироста саженцев по схеме варианта 2 с последующим снижением с начала периода перехода их к зимнему покою предполивной влажности в слое 0,4 м до 70 % НВ.

Степень активизации роста штамба обусловлена интенсивностью фотосинтетической деятельности растений, и как следствие, бездефицитным обеспечением этого процесса водой, элементами минерального питания, жизненно необходимыми аминокислотами, пептидами и микроэлементами. В связи с этим активный прирост штамба саженцев синхронизируется с развитием корневой системы и распространением ее за пределы пахотного слоя почвы. Поэтому с фазы начала активного роста штамба саженцев глубина регулируемого полива слоя увеличивалась до 0,4 м.

Уменьшение нижнего порога допустимой влажности активного слоя почвы в третьем варианте с фазы прекращения интенсивного прироста штамба саженцев до 70% НВ обусловлено тем, что у растений в этот период жизненного цикла в связи с последовательным переходом к состоянию зимнего покоя затухают ро-

стовые процессы и среднесуточное водопотребление. По нашему предположению, такие изменения водного режима почвы на завершающем этапе вегетации уже не могут существенно повлиять на биометрические показатели и качество саженцев, но избавляют от необходимости подачи оросительной воды, которая не используется растениями из-за последовательного уменьшения интенсивности фотосинтеза.

Повторность вариантов опыта трехкратная с однородным систематическим расположением. Увлажнение почвы осуществляли с использованием капельных линий водой, подаваемой в систему из скважины. Расстояние между линиями составляло 1,5 м, между капельницами – 0,3 м. Все необходимые измерения, учеты и наблюдения за реакцией саженцев на изучаемые водные режимы проводили с соблюдением требований общепринятых методик [11, 12, 13].

Поливные нормы по вариантам определяли расчетным способом с учетом водно-физических свойств, предполивной влажности и глубины промачивания почвы по формуле А.Н. Костякова в модификации для капельного орошения И.П. Кружилина и др. [14]:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot S_{увл.} \cdot (\beta_{н.в} - \beta_{н.с}), \quad (1)$$

где m – поливная норма, м³/га; h – глубина увлажняемого слоя почвы, м; α – плотность увлажняемого слоя почвы, т/м³; $S_{увл.}$ – доля увлажняемой между капельными линиями полосы при несмыкающихся контурах; $\beta_{н.в}$ – средняя для увлажняемого слоя почвы влажность при НВ; $\beta_{н.с}$ – предполивная влажность увлажняемого слоя почвы, предусмотренная схемой опыта (70 и 80 % НВ), % массы сухой почвы.

Ширину увлажняемой вдоль капельной линии полосы уточняли в процессе исследований для каждого варианта поливной нормы, а ее долю определяли по соотношению:

$$S = B_{увл.полосы} / B_{рас.кап.лин.} \quad (2)$$

где $B_{увл.полосы}$ – ширина полосы, увлажняемой капельной линией, м; $B_{рас.кап.лин.}$ – расстояние между капельными линиями, м.

Для определения объема подачи воды в 1 ч использовали формулу:

$$w = 10 \cdot q/L \cdot x, \quad (3)$$

где w – объем подачи воды в 1 ч, м³/га; q – норма вылива одного эмиттера, л/ч, L – расстояние между оросительными трубками, м; x – расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м.

Продолжительность полива рассчитывали по соотношению поливной нормы и объема подачи воды через капельницы в единицу времени:

$$t = m/\omega, \quad (4)$$

где t – продолжительность полива, ч; m – поливная норма, м³/га; ω – объем подачи воды в 1 ч, м³/га.

Поливные нормы, рассчитанные по этим формулам с учетом необходимости повышения влажности почвы в слоях 0,2 и 0,4 м от предполивного уровня, предусмотренного схемой опыта, до НВ были равны 50, 100 и 160 м³/га (табл. 1), продолжительность полива составляла соответственно 2,0, 4,1 и 6,6 ч. Ширина увлажняемой поливами полосы при норме 50 м³/га ограничивалась 0,6 м, 100 м³/га – 0,7 м и 160 м³/га – 0,8 м.

Табл. 1. Расчетные поливные нормы и продолжительность полива в зависимости от предполивной влажности и глубины увлажняемого слоя почвы

Предполивная влажность почвы, % НВ	Глубина промачивания, м	Влажность почвы, % массы сухой навески		Ширина увлажняемой полосы, м	Поливная норма, м ³ /га	Продолжительность полива, ч
		при НВ	перед поливом			
80	0,2	21,5	17,2	0,6	50	2,0
80	0,4	18,3	14,6	0,7	100	4,1
70	0,4	18,3	12,8	0,8	160	6,6

Условия увлажнения осадками в годы проведения исследований характеризовались следующими гидро-термическими коэффициентами (ГТК): 2017 г. – засушливый (ГТК=0,6), 2018 г. – сухой (ГТК=0,5), 2019 г. – слабо засушливый (ГТК=0,7), 2020 г. – сухой (ГТК=0,3). Под основную обработку почвы для закладки школки вносили удобрения в дозе P₄₀K₆₀. В дальнейшем, начиная с фазы распускания почек до начала активного прироста штамба, через каждые 10 дней осуществляли три подкормки школки минеральными удобрениями в дозах N₁₀P₅, с фазы активного прироста штамба до фазы начала вызревания саженцев подкормки проводили через 14 дней только азотными удобрениями (N₁₀). Удобрения вносили с поливной водой.

Результаты и обсуждение. Пробуждение почек растений начиналось со второй половины апреля. Снижение влажности почвы до предусмотренного схемой опыта предполивного уровня, а, следовательно, и начало поливов, во все годы исследований во всех вариантах опыта происходило в мае (табл. 2).

Самое раннее начало поливного сезона отмечали во втором и в третьем вариантах, несмотря на то, что во всех трех предполивной порог влажности почвы был одинаковым – 80% НВ. Связано это с тем, что в первом

варианте согласно схеме опыта необходимость полива диагностировали по влажности почвы в слое 0,4 м, а во втором и третьем до фазы активного роста штамба – 0,2 м. Соответственно, расчётный запас почвенной влаги, который может быть использован растениями в процессе эвапотранспирации и затем пополняется поливами составлял 100 м³/га и 50 м³/га.

Переход от поливных норм 50 м³/га к 100 м³/га во втором и третьем вариантах опыта отмечали в конце первой и начале второй декады июня, после завершения периода адаптации привоя и подвоя и перехода в фазу активного роста штамба саженца. Различия в глубине увлажняемого поливами слоя почвы в период адаптации привоя и подвоя способствовали тому что в этих вариантах в среднем за 4 года было на 3-7 поливов больше, чем в контроле. Увеличение числа поливов и объема подачи оросительной воды во втором и третьем вариантах способствовало созданию более благоприятных условий водообеспечения, а также активизировало процесс перехода антропогенно созданного растения в новое состояние – саженец. Переход школки в саженец во втором и третьем вариантах водного режима наступал на 3-4 дня раньше, чем в первом. С фазы активного прироста штамба во всех вариантах водного

Табл. 2. Распределения числа и норм полива саженцев черешни по месяцам вегетации

Вариант по водному режиму, год	Число поливов, шт.	Число поливов, шт. /поливная норма, м ³ /га					Оросительная норма, м ³ /га	
		май	июнь	июль	август	сентябрь		
1	2017 г.	15	2/100	3/100	4/100	5/100	1/100	1500
	2018 г.	16	3/100	4/100	3/100	5/100	1/100	1600
	2019 г.	14	2/100	5/100	3/100	4/100	-	1400
	2020 г.	22	4/100	5/100	6/100	5/100	2/100	2200
	среднее	17	3/100	5/100	4/100	5/100	1/100	1675
2	2017 г.	19	5/50	1/50 3/100	4/100	5/100	1/100	1600
	2018 г.	22	7/50	3/50 3/100	3/100	5/100	1/100	1700
	2019 г.	18	5/50	2/50 4/100	3/100	4/100	-	1450
	2020 г.	29	8/50	3/50 5/100	6/100	5/100	2/100	2300
	среднее	22	5/50	2/50 4/100	4/100	5/100	1/100	1763
3	2017 г.	16	5/50	1/50 3/100	4/100	1/100 2/160	-	1420
	2018 г.	19	7/50	3/50 3/100	3/100	2/100 1/160	-	1460
	2019 г.	16	5/50	2/50 4/100	3/100	1/100 1/160	-	1310
	2020 г.	25	7/50	3/50 5/100	6/100	2/100 1/160	1/160	2120
	среднее	20	5/50	2/50 4/100	4/100	2/100 1/160	1/160	1577

Табл. 3. Влияние водных режимов почвы на качественные показатели характеристики саженцев черешни

Вариант	Биометрические показатели саженцев										Выход посадочного материала I сорта, %			
	высота надземной части, м					диаметр условной корневой шейки, мм					2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средний				
1 (К)	1,80	1,75	1,81	1,78	1,78	47	49	51	49	49	61	65	70	66
2	1,87	1,80	1,85	1,87	1,85	52	53	54	55	54	70	71	75	73
3	1,85	1,79	1,83	1,85	1,83	51	55	53	54	53	71	70	74	73
НСР _{0,5}	0,01	0,01	0,01	0,01	-	1	1	1	1	-	3	3	3	3

режима, наряду с приростом штамба на 0,12-0,15м за 7 дней, происходит углубление корневой системы саженцев за пределы слоя 0,2 м.

Сроки и продолжительность созревания саженцев зависели от метеорологических условий, сложившихся в годы проведения исследований. Например, конец лета и осень 2019 г. были умеренно теплыми и влажными. (среднемесячная температура воздуха в сентябре 16,4 °С, сумма осадков 19,5 мм), что создало благоприятные для вегетации саженцев температурно-влажностные режимы в период перехода к покою. В результате их вызревание, по сравнению с 2017 и 2018 гг., по вариантам опыта затянулось на 9-12 дней. В 2020 г. из-за высоких температур воздуха в сентябре, в период вызревания саженцев, во всех вариантах опыта в связи со снижением влажности до предполивного уровня возникла необходимость в проведении дополнительных поливов, что также способствовало увеличению продолжительности периода вегетации растений. Поэтому во втором и первом вариантах к выкопке в обычные сроки саженцы не успели перейти в состояние покоя. В третьем варианте с более низким порогом предполивной влажности почвы в этот период вегетации (70 % НВ) растения подошли к зимнему периоду покоя с незначительным отклонением от обычных сроков. В результате саженцы в третьем варианте созрели раньше и характеризовались более высокими, по сравнению с контролем, качественными показателями.

Оросительная норма во втором варианте в среднем за 4 года оказалась на 76 м³/га больше, чем в контроле, а в третьем – на 110 м³/га меньше. Создание в начальный период вегетации более благоприятного водного режима почвы способствовало формированию саженцев с лучшими биометрическими показателями. Во все годы исследований высота центрального стебля, диаметр шейки и число первосортных саженцев во втором и третьем вариантах водного режима почвы имели более предпочтительные показатели, по сравнению с контролем. Так, при регулировании поливами влажности почвы в течении всего периода вегетации в слое 0,4 м средняя высота саженцев в состоянии покоя составила 1,78 м, а в вариантах с дифференцированным слоем промачивания почвы она была на 5...7 см больше (табл. 3). Объясняется это более благоприятным водным режимом почвы, лучше согласованным с биологическими потребностями растений и морфологией развития корневой системы саженцев. Дифференцированный режим орошения по глубине увлажняемого поливами слоя почвы способствовал формированию во втором и третьем вариантах большего числа скелетных корней на растении, по сравнению с первым, увеличению общей массы корней к периоду готовности саженцев к реализации на 5-6 %, их длины – на 9-10 %.

Показатели общего потребления воды саженцами за вегетационный период свидетельствует, что максимальный расход влаги во все годы исследований складывался в наиболее водообеспеченном втором варианте опыта – 3303 м³/га. Это на 3,2 % больше, чем в контроле. В результате снижения предполивного порога влажности почвы в период вызревания саженцев в третьем варианте водного режима с 80 до 70 % НВ суммарное водопотребление уменьшалось, по сравнению с контрольным вариантом, в среднем на 3,4 %, со вторым – на 7 %.

Таким образом, из всех вариантов опыта, более отвечающим биологическим особенностям растений и морфологии развития корневой системы по показателям характеристики саженцев рекомендовали себя варианты дифференцированного промачивания почвы поливами на 0,2 м до фазы активного прироста с последующим увеличением глубины до 0,4 м. Наиболее адаптированным к биологическим особенностям растений и водосберегающим оказался вариант поддержания влажности почвы не ниже 80% НВ в период адаптации привоя и подвоя в слое 0,2 м, с фазы активного прироста штамба – в слое 0,4 м с последующим уменьшением предполивной влажности в начале периода перехода к зимнему покою до 70 % НВ.

Водосберегающий режим орошения саженцев в разные по условиям увлажнения годы характеризовался необходимостью проведения от 16 поливов в засушливые и слабо засушливые (соответственно 2017 и 2019 гг. с ГТК в пределах 0,6 и 0,7) до 25 поливов в сухие (2020 г., ГТК 0,3) годы. Число их нормами 50 м³/га изменялось от 6 до 10 поливов, нормой 100 м³/га – от 8 до 12 поливов и нормой 160 м³/га – от 1 до 2 поливов. Оросительная норма при этом составляла 1310-2120 м³/га и в среднем за 4 года была меньше, чем в контроле, на 110 м³/га. Высота штамба выращенных саженцев варьировала в пределах 1,79-1,85 м, диаметр корневой шейки – 51-55 мм, количество саженцев первого сорта – 70...75 %, что больше, чем в контроле, соответственно на 50 мм, 4,3 мм и 6 %.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/# (дата обращения 31.08.2020)
2. Szewczuk A., Gudarowska E. The effect of soil mulching and irrigation on yielding of apple trees in ridge planting // Journal of fruit and ornamental plant research. 2004. Vol. XII P. 139–146.
3. Винтер М.А., Щербаков Н.А. Производство посадочного материала плодовых культур в России: проблемы и решения // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 52 (4). С. 42–49.

4. ГОСТ Р 53135-2008 Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. Технические условия. М.: Стандартиформ. 2009. 45 с.
5. Мережко И.М. Качество посадочного материала и продуктивность плодовых насаждений. Киев: «Урожай», 1991. 152 с.
6. Pereira A.R., Green S., Villa Nova N.A. Penman-Monteith reference evapotranspiration adapted to estimate irrigated tree transpiration // *Agricultural water management*. 2006. Vol. 83. P.153–161.
7. Влияние способов водообеспечения на биометрические показатели саженцев яблони / Б.С. Гегечкори, С.Ю. Орленко, М.Ю. Рудь и др. // *Научный журнал КубГАУ*. 2013. №90. С. 581–598.
8. Кружилин И.П., Курапина Н.В., Гусев Д.Э. Элементы технологии выращивания саженцев при капельном орошении // *Природообустройство*. 2008. № 3. С. 25–29.
9. Никольская О.А., Киктева Е.Н., Курапина Н.В. Влияние орошения на рост и развитие саженцев косточковых культур в питомнике // *Орошаемое земледелие*. 2019. № 1. 42–45 с.
10. Дегтярева Е.Т., Жулидова А.Н. Почвы Волгоградской области. Волгоград: Нижне-Волж. кн. изд-во. 1970. 320 с.
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Изд. 5-е, доп. и перераб. М.: Альянс. 2014. 351 с.
12. Марков Ю. А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В.Мичурина. 1985. 118 с.
13. Плеваков В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения. Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. 148 с.
14. Пат. 2204241 Российская Федерация, МПК А 01 G 25/02. Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов / И.П. Кружилин, А.М. Салдаев, Ю.И. Кружилин и др.; заявитель и патентообладатель Всерос. науч.-исслед. ин-т орошаемого земледелия. № 2001128337/13; заявл. 18.10.01; опубл. 20.05.03. Бюл. № 14. 5 с.

Поступила в редакцию 09.12.2020
После доработки 24.02.2021
Принята к публикации 05.03.2021