

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА РОСТ И ПЛОДОНОШЕНИЕ ЯБЛОНИ В САДУ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

А.В. Шуравилин¹, В.В. Бородычев²,
А.А. Криволуцкий²

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

²Волгоградский филиал
ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии
ул. Тимирязева, 9, оф. 36, Волгоград, Россия, 400002

В статье приведены результаты исследований режимов капельного орошения и его влияния на рост и развитие яблоневого сада в Городищенском районе Волгоградской области.

Ключевые слова: яблони, сад, капельное орошение, режим орошения, подвой М9, корневая система.

Волгоградская область относится к зоне недостаточного увлажнения, среднегодовое количество осадков изменяется в пределах 260—340 мм, сумма активных температур составляет 3300—3500 °С [1]. Напряженные погодные условия негативно сказываются на росте и развитии многолетних насаждений. Садоводство в этой зоне возможно только при наличии орошения [2; 3].

Объекты, условия и методика исследований. Для решения задачи оптимизации условий водообеспечения интенсивного сада в 2010 г. нами был заложен полевой эксперимент. Опытный орошаемый участок, расположенный на территории Городищенского района Волгоградской области, представлен зональной среднемошной каштановой почвой тяжело- и среднесуглинистого гранулометрического состава с преобладанием фракции крупной пыли и ила.

Плотность твердой фазы почвы пахотного слоя изменяется в пределах от 2,53 до 2,60 т/м³ и в метровом слое равна 2,72 т/м³.

В слое почвы 0,4 м наименьшая влагоемкость составляет 26,1—27,8% от массы, скважность почвы — 49,8—50,2%.

Почва характеризуется низким содержанием гумуса с колебанием в пределах пахотного слоя от 0,95 до 2,28%. Содержание натрия в почвенно-поглощающем комплексе не превышает 1,6—5,7%.

По содержанию легкогидролизуемых форм азота почва опытного участка характеризуется как малообеспеченная (от 27,3—32,8 мг/кг в пахотном слое до 0,9 мг/кг на глубине 1 м). Обеспеченность пахотного почвы обменным калием и подвижным фосфором средняя (275,8—287,3 мг/кг калия и до 28,7—29,6 мг/кг фосфора).

При посадке деревьев было внесено органических удобрений 60 т/га, фосфорных удобрений из расчета 10 кг д.в. на 100 пог. м траншеи, калийных — 6 кг д.в. на 100 пог. м траншеи. После посадки через систему капельного орошения внесли корневой стимулятор Радифарм 5 л/га.

Кроме того, в течение поливного сезона способом фертигации были внесены полностью растворимые минеральные удобрения дозой по действующему веществу $N_{108}P_{58}K_{158}$: аммиачная селитра (N — 34%), пикацид (N — 0%, P_2O_5 — 60%, K_2O — 20%), сульфат калия (K_2O — 50%, S — 18%), мочевины (N — 46%). Фертигацию начинали после образования приростов 3—5 см.

Схема посадки зимних сортов яблони на подвое М 9 — $3,5 \times 0,7$; количество деревьев на 1 га посадки составляет 4100 шт.

Исследования проводились по схеме 2-факторного полевого опыта с использованием общепринятых методик: фактор А — уровень предполивной влажности (70% НВ, 80 и 90% НВ), фактор В — горизонт промачивания почвы (0,4 м; 0,6 м и 0,8 м).

Участок яблоневого сада состоит из блоков, сорта в блоке чередуются по рядам (для лучшего опыления в период цветения). Блок состоит из двух клеток, разделенных дорогой шириной 15 м. Длина ряда — 100 м.

В каждом ряду через 6 м установлены железобетонные столбы; крайние столбы фиксируются с помощью оцинкованной стальной проволоки и якорей, ввинченных в почву. Между столбами натягивается 3 ряда стальной оцинкованной проволоки (на высоте 50 см, 1 м, 1,5 м). К нижней проволоке крепятся капельная линия и самые нижние ветки.

На каждый ряд яблоневых насаждений использовали одну капельную линию 25/РЕ 100 м; тип капельницы 16/36/1,6 с расходом 1,6 л/ч; расстояние между капельницами 0,5 м. Количество капельных линий на 1 га — 29 шт., количество капельниц — 5800 шт.

Вегетационные периоды (май—сентябрь) 2010 г. и 2011 г. характеризовались высокими температурами и малым количеством осадков (141—153 мм).

Результаты исследований. Исследования показали, что в структуре суммарного водопотребления влага в основном пополнялась за счет поливов. Их доля составила 56—69%, приход влаги от осадков составил 29—38%, на долю почвенной влаги приходилось от 2 до 7%.

Опыты показали, что суммарное водопотребление яблоневых посадок существенно зависит от режима орошения и увеличивается с повышением порога предполивной влажности почвы. Оно возросло с 3930—4380 м³/га (2010 г.) до 4440—4840 м³/га (2011 г.). Самое высокое водопотребление (4610 м³/га) складывалось в варианте с предполивной влажностью почвы 90% НВ и глубиной промачива-

ния 0,6 м. Самое низкое (4225 м³/га) — при поддержании предполивной влажности почвы 70% НВ и глубине промачивания 0,4 м. Среднесуточное водопотребление возросло с 26,2—29,2 (2010 г.) до 29,6—31,7 м³/га (2011 г.).

Исследованиями выявлена закономерность изменения суммарного водопотребления плодового сада в зависимости от уровня предполивной влажности и глубины промачивания почвы:

$$z = (a + bx + cy + dy^2)/(1 + ex + fx^2 + gy),$$

где z — суммарное водопотребление, м³/га; x — глубина промачивания почвы, м; y — уровень предполивной влажности почвы, % НВ; коэффициенты $a = 1971$; $b = -169,5$; $c = 17,6$; $d = -0,29$; $e = -0,21$; $f = 0,146$; $g = -0,008$ установлены эмпирически путем идентификации модели по экспериментальным данным. Коэффициент детерминации зависимости 0,84.

За период активной вегетации яблони в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и глубины промачивания было проведено от 8 до 52 (2010 г.) и от 10 до 64 (2011 г.) поливов нормой от 50 до 280 м³/га (табл. 1).

Таблица 1

Поливной режим яблонь сорта Голден Делишес

Уровень предполивной влажности почвы, %НВ	Глубина увлажнения, м	Месяцы вегетации					Итого
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
2010 год							
70	0,4	0	140/4	140/4	140/7	140/1	140/16
	0,6	0	210/3	210/3	210/5	0	210/11
	0,8	0	280/3	280/2	280/3	0	280/8
80	0,4	0	95/7	95/8	95/11	95/1	95/27
	0,6	0	140/4	140/5	140/8	140/1	140/18
	0,8	0	190/3	190/4	190/5	190/1	190/13
90	0,4	50/1	50/15	50/13	50/20	50/3	50/52
	0,6	0	70/10	70/10	70/15	70/2	70/37
	0,8	0	95/7	95/7	95/11	95/2	95/27
2011 год							
70	0,4	140/2	140/3	140/7	140/7	140/1	140/20
	0,6	210/1	210/3	210/5	210/4	210/1	210/14
	0,8	0	280/3	280/4	280/3	0	280/10
80	0,4	95/4	95/7	95/11	95/9	95/1	95/32
	0,6	140/2	140/4	140/9	140/7	140/1	140/23
	0,8	0	190/3	190/7	190/5	190/1	190/16
90	0,4	50/6	50/15	50/25	50/17	50/1	50/64
	0,6	70/4	70/11	70/18	70/14	70/1	70/48
	0,8	95/3	95/6	95/14	95/10	95/1	95/34

Примечание. Числитель — поливная норма в м³/га, знаменатель — число поливов.

В первый год исследований наблюдения показали равномерный прирост длины побегов во всех вариантах опыта. Во второй год одинаковый годичный прирост побегов наблюдался при предполивной влажности почвы на уровне 80 и 90% НВ в слое 0,6 м. При таком сочетании исследуемых факторов годичный прирост побегов на дереве составил 14,4 и 14,0 м соответственно (табл. 2).

Прирост однолетних побегов яблонь сорта *Голден Делишес*

Глубина увлажнения, м (фактор В)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор А)	Число побегов на дереве, шт.		Средняя длина одного побега, м		Годичный прирост побегов на дереве, м	
		2010 год	2011 год	2010 год	2011 год	2010 год	2011 год
0,4	70	9,0	15,1	0,43	0,33	3,87	5,0
	80	9,3	18,2	0,47	0,36	4,37	6,5
	90	9,3	21,1	0,45	0,37	4,18	7,8
0,6	70	9,1	25,3	0,44	0,43	4,0	10,7
	80	9,4	32,2	0,47	0,45	4,42	14,4
	90	9,4	31,1	0,46	0,45	4,32	14,0
0,8	70	8,7	23,2	0,44	0,40	3,83	9,2
	80	8,9	25,3	0,42	0,44	3,74	11,0
	90	9,0	28,2	0,45	0,45	4,05	12,6
НСР ₀₅	фактор А	0,10	1,34	0,02	0,01	0,06	0,41
	фактор В	0,10	1,34	0,02	0,01	0,06	0,41
	взаимодействие	0,18	2,32	0,04	0,03	0,11	0,71

В варианте, где уровни предполивной влажности почвы поддерживались в горизонте 0,4 м, наблюдается меньшее количество побегов. Подмерзание корневой системы в зимний период сказалось как на количестве побегов, так и на их длине.

Наибольший суммарный прирост за два года исследований был получен в вариантах, где влажность поддерживались на глубине 0,6 м, а наибольший прирост побегов отмечен при влажности почвы 80% НВ. При таком сочетании исследуемых факторов прирост побегов за два года вегетации на 1 га составил 77,2 тыс. м.

Аналогичная закономерность отмечена и при наблюдении за ростом окружности штамба. Годичный прирост длины окружности штамба во второй год исследований колебался от 1,4 см (в варианте с поддержанием предполивного порога влажности 80% НВ на глубине 0,4 м) до 3,0 см (при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80% НВ и глубине промачивания 0,6 м).

В Волгоградской области в зимний период суглинки промерзают на глубину 60—100 см.

Учитывая это и возможность проникновения корней в более глубокие слои почвы при лучшем обеспечении водой и питательными элементами при капельном орошении, режим влажности поддерживали не только в слое, где находится основная масса корней, но и в слое 0,6 и 0,8 м.

Исследованиями установлено (табл. 3), что при изменении глубины увлажнения почвы от 0,4 м до 0,8 м происходит перераспределение корневой системы в более глубокие горизонты почвы. При увеличении глубины промачивания почвы с 0,4 м до 0,8 м плотность размещения корней в слое 0—20 см снижалась от 3,8 до 2,8 мг/см³ при 70% НВ, от 4,7 до 3,4 мг/см³ и от 5,22 до 3,8 мг/см³ при 80% НВ и 90% НВ соответственно.

Урожай яблоневых посадок в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и горизонта промачивания

Горизонт промачивания, h, м	Предполивной порог влажности, %	Урожай яблок			
		2010 год		2011 год	
		кг/дер.	т/га	кг/дер.	т/га
0,4	70%	0,99	4,07	3,82	15,7
	80%	1,1	4,5	3,97	16,3
	90%	1,0	4,35	3,90	16,0
0,6	70%	0,96	3,94	5,62	23,0
	80%	1,1	4,47	6,75	25,6
	90%	1,08	4,43	5,95	24,4
0,8	70%	0,67	2,75	4,19	17,2
	80%	0,75	3,08	4,83	19,8
	90%	0,76	3,12	5,58	22,9
НСР ₀₅	фактор А	0,05	0,14	0,15	0,31
	фактор В	0,05	0,14	0,15	0,31
	взаимодействие	0,09	0,24	0,25	0,55

В слоях почвы 20—40 см 40—60 см наблюдалась обратная зависимость. Плотность размещения корней увеличивалась в зависимости от глубины промачивания почвы с 0,9 до 1,4 мг/см³; с 0,86 до 1,7 мг/см³; с 0,56 до 1,3 мг/см³ в слое 20—40 см при 70, 80, 90% НВ соответственно.

В слое почвы 40—60 см наблюдалось увеличение плотности размещения корней с 0,2 до 0,6 мг/см³; с 0,1 до 0,6 мг/см³ и с 0,06 до 0,8 мг/см³ при 70, 80 и 90% НВ соответственно.

В варианте с поддержанием изучаемых порогов предполивной влажности в 0,4 м слое почвы корней в горизонте 60—100 см не обнаружено. Не обнаружено корней и в слое 80—100 см в варианте с поддержанием изучаемых порогов предполивной влажности в 0,6 м слое почвы. В слое 80—100 см были обнаружены корни только в вариантах, где влажность поддерживали в слое 0,8 м.

Одним из преимуществ карликовых яблонь на подвое М9 является то, что они дают урожай уже в первый год вегетации. В наших исследованиях было отмечено цветение только что посаженных деревьев.

В зависимости от режима орошения в первый год вегетации урожайность яблони сорта Голден Делишес составила от 0,67 кг/дер. до 1,1 кг/дер., или 2,34—4,5 т/га.

Разница в урожайности сложилась, в основном, не из-за количества плодов на дереве, а из-за их средней массы. На урожай второго года вегетации оказали влияние поддерживаемые режимы орошения.

Исследованиями выявлена закономерность изменения урожайности плодового сада в первые два года вегетации в зависимости от уровня предполивной

влажности и глубины промачивания почвы при капельном орошении в виде нелинейного выражения:

$$z = a + bx + cy + dx^2 + ey^2 + fxy,$$

где z — урожайность, т/га; x — глубина промачивания почвы, м; y — уровень предполивной влажности почвы, % НВ; коэффициенты $a = -76,2$; $b = 161,2$; $c = 1,2$; $d = -174,6$; $e = -0,009$; $f = 0,68$ установлены эмпирически путем идентификации модели по экспериментальным данным. Коэффициент детерминации зависимости 0,92.

Таким образом, исследованиями установлено следующее.

1. Суммарное водопотребление яблоневых посадок существенно зависит от режима орошения и увеличивается с повышением порога предполивной влажности почвы.

2. Наибольший суммарный прирост побегов за два года исследований был получен на вариантах, где предполивные пороги влажности поддерживались на глубине 0,6 м, наибольший прирост побегов отмечен при поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 80% НВ.

3. Наименьший годичный прирост длины окружности штамба во второй год исследований (1,4 см) был получен на варианте с поддержанием предполивного порога влажности 80% НВ и глубине увлажнения 0,4 м, а наибольший прирост (3,0 см) — при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80% НВ и глубине промачивания 0,6 м.

4. Корни деревьев сорта Голден Делишес на подвое М9 при глубине увлажнения 0,4 м имели более поверхностное расположение, увеличение глубины промачивания оказывало существенное влияние на перераспределение корневой системы в более глубокие горизонты почвы.

5. Самый большой урожай яблок был получен при глубине промачивания 0,6 м. Урожайность яблонь существенно возросла при повышении предполивного порога влажности в этих вариантах с 70 до 80% (на 2,6 т/га) и с 70 до 90% (на 1,4 т/га) ($НСР_{05} = 0,31$ т/га).

6. Наиболее эффективно расходуется влага при поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ в слое почвы 0,6 м. Коэффициент водопотребления в среднем за два года исследований составил $566 \text{ м}^3/\text{т}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Агроклиматический справочник по Волгоградской области. — Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967.
- [2] Шуравилин А.В., Бородычев В.В., Лытов М.Н., Сергиенко А.В. Режим капельного орошения плодового сада на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2011. — № 1. — С. 76—78.
- [3] Бородычев В.В., Сергиенко А.В., Лытов М.Н. Водный режим почвы и продуктивность яблоневого сада // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Агрономия и животноводство». — 2008. — № 4. — С. 30—31.
- [4] Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985.

**INFLUENCE OF MODES
OF THE DROP IRRIGATION ON GROWTH
OF THE APPLE-TREES IN THE GARDEN
OF INTENSIVE TYPE**

**A.V. Shuravilin¹, V.V. Borodychev²,
A.A. Krivolutskiy²**

¹Department of soil science and agriculture
Russian People's Friendship University
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

²The Volgograd branch
All-Russian scientific research institute of hydrotechny and melioration
of Russian agricultural academy
Timiryazev str., 9, office 36, Volgograd, Russia, 400002

The results of researches of the modes of drip irrigation and their influence on the productivity of the apple orchard in Gorodishchensky area of the Volgograd region are presented.

Key words: apple tree, orchard, drop irrigation, irrigation mode, stock M9, root system.