

УДК 634.11:631.543

ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ И ТРАНСПИРАЦИИ У ЯБЛОНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СХЕМЫ ПОСАДКИ

В. М. ТАРАСОВ, И. И. ХАНЖИАН

(Кафедра плодоводства)

Одним из основных факторов, определяющих рост и продуктивность плодовых растений, является водный режим сада. При оптимальной влажности почвы (70—75 % ППВ) растения интенсивно растут, образуют большой листовой полог и мощную корневую систему, что обеспечивает в конечном счете высокую продуктивность насаждений [4, 5, 8—10, 12].

Установлено, что с увеличением количества деревьев на единице площади сада, особенно в посадках, вступивших в товарное плодоношение, ухудшается водный режим растений и отмечается дефицит влаги в почве [6, 7, 11]. В связи с закладкой в Ульяновской области садов с более плотным размещением растений (4—5 × 5—4 м) несомненный интерес представляет изучение водного режима, складывающегося в таких насаждениях. Задачей наших исследований являлось определить оптимальные схемы и плотность размещения деревьев, при которых обеспечивается благоприятный водный режим, обеспечивающий высокую урожайность растений.

Условия и методика

Экспериментальные исследования выполнены в 1977—1979 гг. в Самайкинском плододопитомническом совхозе Ново-Спасского района Ульяновской области. Опыт заложен весной 1970 г. 2-летними саженцами следующих районированных сортов: Спартак на лесной яблоне и Жигулевское на сеянцах Китайки санинской*. Изучалось пять схем посадки: 8×4 (контроль), 8×3, 5×5, 5×4, 5×3 и 4×3 м. Повторность опыта 3-кратная, в варианте — по 24 дерева каждого сорта.

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный слабогумусированный среднемогучий легкосуглинистый, среднее содержание гумуса по Тюрину в слое 0—45 см 2,6 %, подвижного фосфора по Чирикову — 9 мг, обменного калия по Масловой — 14,4 мг на 100 г, рН_{с.о.л.} в слое 0—45 см — 5,9; 60—150 см — 5,8—6,1, а глубже 200 см — 7,3. Максимальная гигроскопическая влажность почвы в слое 0—20 см — 6,45 %; 20—40 см — 6,37; 40—60 см — 6,16; 60—80 см — 5,30; 80—100 см —

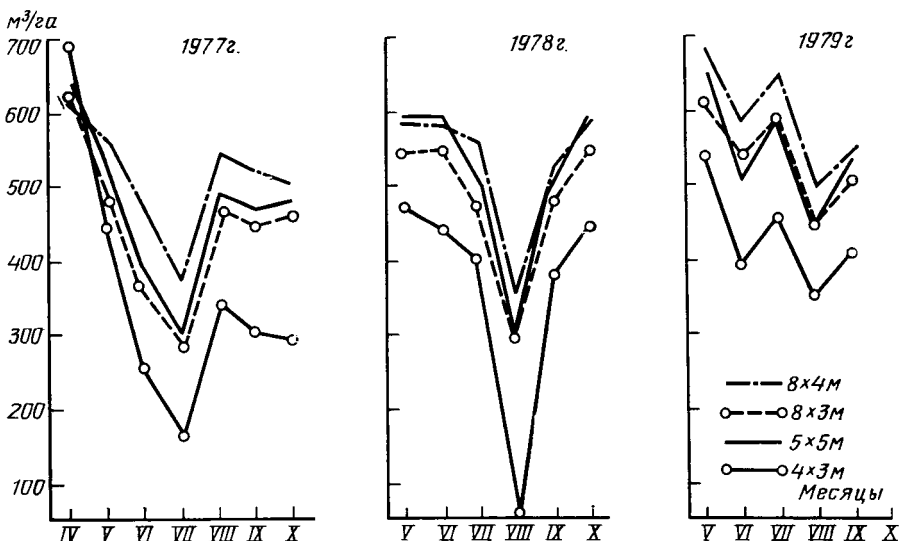
4,97 %. Перед посадкой сада под плантажную вспашку было внесено 30 т навоза на 1 га, 80 кг P₂O₅ в форме простого суперфосфата, 120 кг K₂O в форме калийной соли, а в посадочные ямы — по 20 кг смеси перегноя с торфом (1:1). С 1971 по 1980 г. внесено азота 553, P₂O₅ — 200,8 и K₂O — 537 кг на 1 га.

Интенсивность транспирации устанавливали методом быстрого взвешивания на торсионных весах по Л. А. Иванову [1], дневной расход воды на транспирацию 1 м² листьев, одним деревом и 1 га сада — расчетным методом. Водный дефицит определяли в полуденные часы по методу Т. Козловского [2], влажность почвы в периферийной части проекции кроны с южной стороны от штамба деревьев в слоях 0—20, 20—40, 40—60, 60—80 и 80—100 см — термостатно-весовым методом, максимальную гигроскопическую влажность — по А. В. Николаеву [3]. Запас продуктивной влаги рассчитывали по максимальной гигроскопической влажности почвы. Гидрологический коэффициент при определении недоступной влаги принят равным 1,34.

* Опыт заложен В. А. Жоголевым.

Результаты исследований

Распределение осадков по годичным циклам было весьма неравномерным. Количество осадков в годы исследований (1977, 1978 и 1979)



Динамика запасов доступной воды в слое почвы 60 см.

оказалось достаточным и превышало среднюю многолетнюю норму соответственно на 23; 30,1 и 20,2 %. Однако из-за неравномерного их распределения в отдельные периоды ощущался дефицит влаги в почве.

Анализ полученных данных (рисунок) показывает, что ранней весной в 60 см слое почвы за счет осенне-зимних осадков образуется большой запас влаги — 620—690 м³/га.

Несмотря на то что запасы доступной влаги в почве в садах с плотным стоянием деревьев к концу вегетации были значительно ниже, чем в разреженных посадках, весной различия между вариантами выравнялись за счет зимних осадков. В наиболее загущенных посадках (4×3 м) в отдельные годы запасы влаги в почве даже несколько превышали контроль, что, видимо, связано с большим накоплением и более медленным таянием снега.

Содержание влаги в почве в течение апреля и мая во все годы исследований было высокое и снижалось постепенно. Запасы доступной влаги колебались от 454 до 690 м³/га. Растения начинали интенсивно использовать воду с конца мая по мере усиления ростовых процессов. При этом в насаждениях с более плотным стоянием растений запасы влаги расходовались быстрее. Так, в мае 1977 г. в вариантах 8×3; 5×5 и 4×3 м они были меньше, чем в контроле, соответственно на 13,7 %, 7,5 и 19,1 %, а в июле — на 26,2, 24,2 и 56,4 %.

Запасы доступной влаги в почве в летний и осенний периоды значительно различались по годам. Это в первую очередь связано с количеством выпадающих осадков, их распределением по месяцам, густотой размещения растений и количеством потребляемой растениями влаги. В течение 1977 г. выпало 451,1 мм осадков, или 123 % средней многолетней нормы, в мае — июле — 116,8 мм при норме 121,3 мм. Особенно мало осадков было в июле — 28,6 мм, или 64,4 % месячной нормы. В результате запасы доступной влаги в вариантах 8×4; 8×3; 5×5; 4×3 м в июле составили всего соответственно 384,2; 283,6; 291,4 и 167,5 м³/га. Низкая влажность почвы во второй половине вегетации в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха отрицательно сказалась на росте и формировании плодов.

Август был очень дождливым: количество осадков — 111,4 мм при норме 35,9 мм. Запасы продуктивной влаги в почве существенно пополнились. В сентябре и октябре количество осадков находилось на уровне средней многолетней нормы. Обилие осадков привело к переувлажнению верхних слоев почвы. При этом запасы доступной влаги

в загущенных насаждениях были меньше, чем в более разреженных. Так, в октябре при схеме посадки 8×4 м они равнялись $514 \text{ м}^3/\text{га}$, а в вариантах 8×3 и 4×3 — соответственно 466 и $287 \text{ м}^3/\text{га}$.

В 1978 г. количество осадков составило 477,1 мм — на 30,1 % выше нормы. В период интенсивного роста растений (май — июль) выпало осадков 167 мм — на 37,7 % больше нормы. Запасы влаги в почве пополнились, что способствовало хорошему росту растений и формированию высокого урожая. Но тем не менее количество продуктивной влаги в почве при схемах посадки 8×3 и 4×3 м было значительно меньше. В августе выпало осадков лишь 19,1 мм — 53,2 % нормы. Особенно острый дефицит влаги складывался при площадях питания 12—16 м^2 . Так, если в контроле запасы доступной влаги составляли $356,6 \text{ м}^3/\text{га}$, то в вариантах 8×3 ; 5×5 и 4×3 — соответственно 298,8; 298,8 и $59,8 \text{ м}^3/\text{га}$. Обильные осадки в сентябре и октябре (в 2 раза выше нормы) привели к резкому возрастанию запасов продуктивной влаги в почве — с 383,0 до $581,4 \text{ м}^3/\text{га}$ в зависимости от схем посадки. Между вариантами опыта 8×4 ; 8×3 и 5×5 м различия были менее выраженные — от 2,6 до $45,5 \text{ м}^3/\text{га}$.

В 1979 г. водный режим почвы оказался весьма благоприятным для роста и развития яблонь. В течение всего вегетационного периода запасы доступной влаги были высокими и стабильными, так как дожди выпадали обильно и регулярно. Количество осадков за год превысило норму на 20,2 %. Запасы доступной влаги не опускались ниже $351,4 \text{ м}^3/\text{га}$. Различия в запасах продуктивной влаги между вариантами опыта с площадями питания более 24 м^2 были незначительными. Заметно отличались по данному показателю варианты с загущенными посадками. При площади питания 4×3 м запасы воды на 128,1— $185,8 \text{ м}^3/\text{га}$ были меньше контроля. Столь высокие запасы влаги в 1979 г. следует объяснить также тем, что плодовые деревья суровой зимой 1978/79 г. сильно подмерзли, поэтому рост их был очень слабый. Облиственность растений резко снизилась, деревья не плодоносили и интенсивность водопотребления также значительно уменьшилась.

Таким образом, в условиях Среднего Поволжья наиболее напряженный водный режим в садах складывается в июле и августе, недостаточная обеспеченность влагой в отдельные годы может быть в сентябре и даже октябре.

Таблица 1
Интенсивность транспирации у яблони сорта Спартак ($\text{г}/\text{м}^2$ листьев в час)

Время наблюдений, ч	1977 г.				1978 г.			
	8×4 (контроль)	8×3	5×5	4×3	8×4 (контроль)	8×3	5×5	4×3
Июнь								
8—9	198,4	174,8	184,3	142,8	291,2	273,5	291,2	229,4
12—13	222,0	203,1	207,8	181,8	326,5	291,2	308,8	255,9
17—18	151,2	132,3	137,0	128,7	273,5	238,2	255,9	194,1
Июль								
8—9	165,4	146,5	155,9	119,9	282,4	247,1	264,7	201,1
12—13	179,5	165,4	174,8	134,0	317,6	282,4	300,0	236,4
17—18	108,7	89,8	99,2	72,6	247,1	220,6	229,4	173,6
Август								
8—9	184,3	170,1	174,8	137,6	238,2	211,8	229,4	171,6
12—13	255,1	231,5	240,9	170,6	264,7	247,1	247,1	198,1
17—18	170,1	151,2	160,6	123,4	211,8	185,3	202,9	145,2
Сентябрь								
8—9	155,9	141,7	141,7	115,4	202,9	185,3	202,9	146,7
12—13	170,1	155,9	151,2	134,3	229,4	211,8	220,6	164,9
17—18	99,2	89,8	99,2	72,9	176,5	158,8	185,3	129,0

Запасы доступной влаги в почве в большой степени зависят от плотности посадки растений. Различия по этому показателю между вариантами с площадями питания 24 м² и более проявляются намного слабее, чем в уплотненных насаждениях.

Наибольший дефицит влаги в почве в летне-осенний период отмечался при схемах посадки 5×3 и 4×3 м. Недостаток влаги в этих вариантах отрицательно сказался на интенсивности роста деревьев, их урожайности и качестве плодов.

В процессах водного обмена транспирация растений занимает важное место и в известной степени достаточно полно характеризует особенности их водного режима. В годы наблюдений (1977 и 1978) дневной ход транспирации был однотипным (табл. 1). Утром ее интенсивность была небольшая, в полуденные часы она возрастала и к вечеру вновь снижалась. Количество испаряющейся влаги в течение дня зависело от метеорологических условий. При этом одним из основных факторов, определяющих интенсивность транспирации, являлось содержание воды в почве. Низкие уровни транспирации в июле 1977 г. и в августе 1978 г. отмечались на фоне небольших запасов доступной влаги в почве.

О недостатке почвенной влаги как основной причине снижения интенсивности транспирации в указанные выше сроки свидетельствуют также данные табл. 2. По мере уплотнения посадок водный дефицит листьев возрастал. Если в июле 1977 г. в контроле он составил 16,5 %, то в вариантах 5×3 и 4×3 м — соответственно 20,6 и 22,9 %. Наибо-

Таблица 2

Водный дефицит листьев яблони (%) при различных схемах размещения *

Вариант	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Спартак					
8×4	16,9	16,5	12,8	13,3	5,8
	12,0	13,4	16,9	7,4	5,6
8×3	17,8	18,7	13,5	14,2	7,3
	12,9	14,0	17,7	7,8	6,1
5×5	17,0	17,6	13,3	13,9	6,6
	13,1	14,2	16,9	7,8	5,7
5×4	19,0	18,9	13,8	15,2	7,4
	14,3	16,2	18,7	8,2	7,0
5×3	19,2	20,6	14,8	16,4	7,4
	15,6	17,5	21,6	8,7	7,6
4×3	19,3	22,9	15,3	20,6	7,7
	16,2	18,3	22,9	9,6	8,2
Жигулевское					
8×4	15,1	16,4	13,1	16,0	6,0
	13,2	14,5	17,9	7,5	5,0
8×3	16,8	19,7	14,1	16,9	7,5
	13,8	15,2	18,7	8,0	6,7
5×5	15,8	19,0	13,6	16,1	7,3
	13,7	14,9	18,0	8,0	6,2
5×4	17,0	19,4	13,6	17,5	7,4
	14,4	15,4	19,7	8,3	7,2
5×3	17,2	20,0	14,2	17,7	8,3
	14,6	16,1	20,8	8,9	8,0
4×3	18,3	23,0	14,6	18,0	9,2
	14,9	16,6	22,5	9,6	8,6

* Здесь и в табл. 3—5 числитель — 1977 г., знаменатель — 1978 г.

Таблица 3

Расход воды на транспирацию
(г/м² площади листьев) с 8 до 18 ч

Вариант	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8×4	1905	1512	2031	1417
	2971	2824	2382	2029
8×3	1701	1339	1843	1291
	2676	2500	2147	1853
5×5	1764	1433	1921	1307
	2853	2647	2265	2029
5×4	1675	1313	1794	1265
	2588	2436	2147	1894
4×3	1511	1224	1639	1115
	2265	2170	1796	1583

Таблица 4

Расход воды на транспирацию 1 деревом
с 8 до 18 ч (кг)

Вариант	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8×4	70,9	56,2	75,6	52,7
	140,2	133,3	112,4	95,8
8×3	58,9	46,3	63,8	44,7
	114,3	106,8	91,7	79,1
5×5	66,3	53,9	72,2	49,1
	126,7	117,5	100,6	90,1
5×4	49,4	38,7	52,9	37,3
	103,0	96,9	85,5	75,4
4×3	33,4	27,1	36,2	24,6
	66,4	63,4	52,6	46,4

лее низкая интенсивность транспирации растений и большой водный дефицит листьев яблони наблюдались в вариантах с площадями питания менее 20 м².

В 1977 и 1978 гг. интенсивность транспирации уменьшалась в осенние месяцы на фоне больших запасов доступной влаги в почве и слабого водного дефицита в листьях, что объясняется главным образом снижением температуры и повышенной относительной влажностью воздуха. Наиболее отчетливые различия в интенсивности транспирации были между контролем и вариантами 5×4 и 4×3 м. При схемах посадки 8×4, 8×3 и 5×5 м они проявлялись слабее и не всегда носили закономерный характер, о чем свидетельствуют данные табл. 3.

Наиболее значительные различия в расходе воды на транспирацию в расчете на 1 м² площади листьев с 8 до 18 ч отмечались между вариантами с высокой плотностью посадки и контролем. В 1977 г. расход воды на транспирацию при схемах посадки 8×3 и 5×5 м колебался по месяцам и был на 2,2—11,4 % ниже, чем в контроле; в вариантах 5×4 и 4×3 м это снижение было значительно сильнее. Аналогичная закономерность наблюдалась и в 1978 г.

Рост растений и их облиственность уменьшались по мере увеличения загущенности насаждений. В связи с этим расход воды одним деревом с 8 до 18 ч по вариантам опыта изменялся в большей степени, чем интенсивность транспирации в расчете на единицу площади листьев (табл. 4). Однако и в данном случае уменьшение площади питания до 24 м² приводило к сравнительно небольшому снижению водопотребления деревьев: разница между контролем и вариантами 8×3 и 5×5 обычно не превышала 2,3—12,0 %.

При увеличении количества деревьев на 1 га до 500—833 водопотребление существенно снижалось и в среднем в 1977 и 1978 гг. было в 1,3—2,1 раза меньше, чем в контроле. В этих вариантах при низких интенсивности транспирации и водопотребления наблюдалось ослабление роста и облиственности растений, что обусловлено значительным ухудшением водного режима.

Расход воды на транспирацию

Таблица 5

Расход воды деревьями на транспирацию
(на 1 га с 8 до 18 ч, м³)

Вариант	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
8×4	22,1	17,5	23,6	16,4
	43,7	41,6	35,1	29,9
8×3	24,5	19,3	26,5	18,6
	47,5	44,4	38,1	32,9
5×5	26,5	21,6	28,9	19,6
	50,7	47,0	40,2	36,0
5×4	24,7	19,4	26,5	18,7
	51,5	48,4	42,8	37,7
4×3	28,8	22,6	30,2	20,5
	55,3	52,8	43,8	38,7

в расчете на единицу площади сада по вариантам опыта изменялся в очень широких пределах (табл. 5).

По мере уменьшения площади питания с 32 до 24—25 м² расход воды возрастал почти пропорционально увеличению количества растений на 1 га, а при дальнейшем уплотнении посадок прямой связи между темпами водопотребления и количеством деревьев не наблюдалось. Так, при схеме размещения 4×3 м количество растений было в 2,7 раза больше, чем в контроле, а интенсивность водопотребления в июне — августе 1977 г. — лишь в 1,2—1,3 раза выше. Это еще раз указывает на то, что в сильно загущенных садах значительно ухудшается водный режим деревьев.

Выводы

1. Схема посадки растений оказывает существенное влияние на запасы доступной влаги в почве. В условиях Среднего Поволжья при размещении 312—500 деревьев на 1 га водный режим в зоне залегания основной массы горизонтальных корней в типичные по количеству осадков годы вполне благоприятен для роста и плодоношения яблонь до 10-летнего возраста. Различия между вариантами в запасах продуктивной влаги ранней весной сглаживаются за счет зимних осадков. В загущенных посадках из-за большего накопления снега запасы влаги в почве в начале вегетации достигают такого же уровня, как и в разреженных посадках. Однако вследствие более интенсивного водопотребления в летне-осенний период в вариантах с площадями питания менее 20 м² почва сильно иссушается и запасы доступной влаги становятся минимальными.

2. В условиях Среднего Поволжья наиболее напряженный водный режим в неорошаемых садах складывается в июле и августе. В отдельные годы почва сильно иссушается также в сентябре и октябре.

3. Значительное иссушение почвы в вариантах с площадями питания менее 20 м² отрицательно сказывается на водном режиме растений, что, в свою очередь, приводит к снижению интенсивности транспирации, водопотребления отдельных деревьев и увеличению водного дефицита листьев. Интенсивность потребления влаги в загущенных посадках намного ниже, чем в разреженных. Недостаточная водообеспеченность растений в загущенных посадках является, по нашему мнению, основной причиной снижения их роста и продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Л. А. Физиология растений. — Л.: Гослестехиздат, 1936. — 2. Козловский Т. Водный обмен растений. — М.: Колос, 1969. — 3. Кауричев И. С. Практикум по почвоведению. — М.: Колос, 1973. — 4. Кушниренко М. Д. Физиология водообмена и засухоустойчивость плодовых растений. — Кишинев: Штиинца, 1975. — 5. Лагун Т. Д. К вопросу орошения яблоневого сада в условиях Могилевской области. — В сб. науч. тр. Белорус. с.-х. акад., 1975, т. 135, с. 104—109. — 6. Любимов А. Д. Уплотнение насаждений яблони — один из основных путей интенсификации садоводства. — В сб.: Селекция и агротехника плодовых и ягодных культур в Среднем Поволжье. Куйбышев, 1977, вып. 4, с. 63—70. — 7. Марков Ю. А. Водный режим почвы в интенсивном саду. — Сб. науч. работ ВНИИС им. И. В. Мичурина, Мичуринск, 1976, вып. 22, с. 113—118. — 8. Метлицкий З. А. Агротехника плодовых культур. М.: Сельхозгиз, 1956. — 9. Соловьева М. А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания. — М.: Колос, 1967. — 10. Соловьева М. А., Кордун В. П. Влияние влажности почвы на ростовые процессы, структурные изменения и оводненность тканей у яблони. — В кн.: Водный режим растений и их продуктивность. М.: Изд-во АН СССР, 1968, с. 227—236. — 11. Шеремет И. А., Романов А. А., Шестопаль А. Н. и др. Эффективность различных конструкций интенсивных садов в Украинской ССР. — Сб. науч. работ ВНИИС им. И. В. Мичурина, Мичуринск, 1976, вып. 2, с. 53—66. — 12. Яковлев С. А. Влияние влажности почвы на рост и урожайность плодовых деревьев. — Науч. тр. Украинского НИИ гидротехники и мелиорации. — Киев: Изд-во УАСХН, 1959, вып. 79/5, с. 3—13.

Статья поступила 2 января 1985 г.