

УДК 634.11:574.45:57.045

**ПРОДУКТИВНОСТЬ
СЛАБОРОСЛОЙ ЯБЛОНИ
В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ МИКРОКЛИМАТА В САДУ**

Сергеев Юрий Иванович
науч. сотр. лаборатории управления
воспроизводством в плодовых агроценозах
и экосистемах

*Государственное научное учреждение
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт садоводства
и виноградарства ФАНО России,
Краснодар, Россия*

Приведены результаты исследований влияния микроклиматических условий в саду на продуктивность яблони группы сортов различного эколого-географического происхождения. Исследована дневная динамика освещённости в период активного роста и развития растений яблони на подвое СКЗ в интенсивных насаждениях за период 2011-2013 гг. Изучены особенности микроклиматических изменений в насаждениях с различной плотностью посадки в летний период вегетации при отсутствии осадков и низкой влажности воздуха, повышенных дневных температурах и высокой интенсивности движения воздушных масс. Определено, что в более плотных посадках микроклимат более стабилен. При размещении растений более 4000 шт./га замедлено увеличение критических значений температур, период их воздействия на растение укорочен, наблюдается ускоренное падение абсолютных значений температур во второй половине светового дня.

Ключевые слова: СЛАБОРОСЛАЯ ЯБЛОНЯ, КОНСТРУКЦИЯ ИНТЕНСИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ, МИКРОКЛИМАТ, ОСВЕЩЕННОСТЬ, ПРОДУКТИВНОСТЬ

UDC 634.11:574.45:57.045

**PRODUCTIVITY OF DWARF
APPLE-TREE DEPENDING
ON THE MICRO-CLIMATIC
CONDITIONS IN THE ORCHARD**

Sergeev Yuriy
Research Associate of Laboratory
of Reproduction in the Fruit Agrigenosis
and Ecological Systems

*State Scientific organization North
Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture of FASO
of Russia, Krasnodar, Russia*

The results of researches of influence of orchards microclimate conditions on productivity of an apple-tree varieties of various ecological and geographical origin are given. The dynamics of daily lighting in the period of active growth and development of an apple-trees on CK3 rootstock in the intensive plantings during 2011-2013 years are researched. The features of microclimatic changes in the plantings with various density of landing during the summer period of vegetation, without rainfall and at low air humidity, increased daytime temperatures and high intensity of air movement are studied. It is defined that in the denser plantings the microclimate is more stable. At the plants placement over 4000 pieces/hectare the increase of critical temperatures is slow down, the period of their impact on a plant is shorten, the accelerated falling of absolute temperatures at the second half of light day is observed.

Key words: DWARF APPL-TREE, CONSTRUCTION OF INTENSIVE ORCHARDS, MICROCLIMATE, LIGHTING, PRODUCTIVITY

Введение. Эколого-физиологические исследования, связанные с выявлением сложных, многоплановых и разнохарактерных связей в системе «растение - среда» и между её отдельными звеньями, носят систематический характер. Большое внимание уделяется современными учёными оценке эффективности продукционных процессов в экологических системах, в том числе в зависимости от складывающихся внутренних и внешних условий их функционирования в разные периоды сезонного развития растений. Актуальность исследований в данной области также имеет место при выявлении внутреннего динамического равновесия в антропогенных экосистемах (агроценозах) и соответствия условий существования среды генетической предопределённости растительного организма [1-4].

Реакция многолетних древесных плодовых растений на негативное повреждающее действие абиотических факторов в различных конструкциях интенсивных агроценозов определяется их устойчивостью благодаря наличию ряда генетически обусловленных приспособительных изменений метаболизма [5].

На основе изучения и раскрытия механизмов саморегуляции и адаптации многолетнего растительного организма формируются новые, всесторонне развитые, дифференцированные фотосинтетические структуры, действие которых в определённой мере обусловлено и микроклиматическими параметрами. В этой связи изучение и анализ взаимосвязей в системе «конструкционные параметры-микроклимат-продуктивность растений» позволяет получать новые знания о функциональной стабильности плодовых агроценозов, создаваемых на основе сортов различного эколого-географического происхождения и выявлять уровень реализации потенциала биологической продуктивности систем с их участием.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являются слаборослые растения яблони группы сортов различного эколого-

географического происхождения: Зарница, Дин Арт, Симиленковец, Айдаред на подвое СК-3 в шпалерно-карликовом саду с капельным орошением и схемой посадки 4x0,6 м и 4x1,2 м; Чемпион, Прикубанское, Айдаред, Ренет кубанский на подвое СК4 в шпалерно-карликовом саду с капельным орошением и схемой посадки 4,5x0,9 м и 4,5x1,2м. Система формирования крон деревьев – «веретеновидная» и «крона-ряд» (рис. 1).



А



Б

Рис. 1. Состояние насаждений в период цветения растений:

А – сорт Айдаред на подвое СК3, схема посадки 4,0x1,2 м;
Б – сорт Симиленковец на подвое СК3, схема посадки 4,0x0,6 м

Полевые опыты проведены в центральной зоне садоводства Краснодарского края – ОПХ «Центральное» (г. Краснодар). Почвы под садами – чернозёмы выщелоченные малогумусные сверхмощные. В границах опытных участков отсутствуют микропонижения, западины и вымочки – рельеф участков выровненный. Обеспеченность растений подвижными формами основных минеральных элементов в слое почвы 0-60 см: подвижным фосфором – 202-565 мг/кг, обменным калием – 108-345 мг/кг (по методу Чирикова, ГОСТ 26204-91); гумус в среднем по участку – 2,68-3,32% (по методу Тюрина, ГОСТ 26213-91), pH – 7,18-7,27 (ГОСТ 26423-85), азот нитратов – 0,9-5,5 мг/кг (дисульфифеноловым методом).

Для исследования микроклиматических условий сада использовали мобильное полевое оборудование: щуп DICKEY-john, влагомер почвы TR 46908, термометр ТК-5.06 с функцией измерения относительной влажности, квантомер, люксметр, термоанемометр. Методика биометрических учётов и наблюдений общепринятая [6].

Обсуждение результатов. Исследована дневная динамика освещённости в период активного роста и развития растений яблони интродуцированных сортов и сортов селекции СКЗНИИСиВ на основе подвоя СКЗ в условиях интенсивных насаждений за период 2011-2013 гг. За период вегетации (май-август) осуществлён сравнительный ежемесячный анализ интенсивности поступления прямой солнечной радиации на открытой площадке в межблочных пространствах слаборослого сада по контрольным фиксированным точкам (датам) в течение дня с интервалом в 1 час, начиная с 7 часов 45 мин. до 18 часов 45 мин.

Выявлено снижение интенсивности поступления прямой солнечной радиации в сравнении с 2010 годом: в 2011 году – на 14,6 %, 2012 году – на 12,1 %, 2013 году – на 13,7 %. В среднем за период 2011-2013 гг. определено снижение интенсивности поступления прямой солнечной радиации в сравнении с 2010 годом на 13,4 % (рис. 2).

Определена интенсивность поступления солнечной радиации в вариантах различной степени воздействия на крону. В более загущенных кронах к моменту съёма урожая (при весенней обрезке до 50 % древесины объёма кроны) – поступление лучистой энергии солнца в центр кроны преимущественно с длиной волны менее 185 нм для сорта Дин Арт и 206 нм для сорта Зарница, что недостаточно для полноценного функционирования ассимиляционного аппарата (табл. 1).

Для усиления поступления солнечной радиации в центр кроны дерева потребовалось применение летней корректировки.

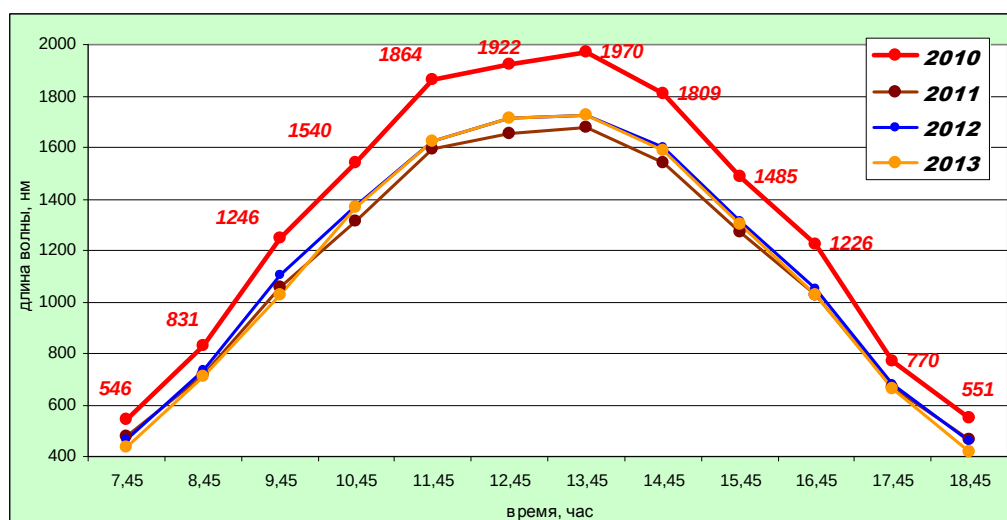


Рис. 2. Интенсивность поступления лучистой энергии солнца за период вегетации растений яблони (май-август) по годам

Таблица 1 – Изменение интенсивности поступления прямой солнечной радиации в зависимости от вариантов обрезки, подвой СКЗ, система формирования кроны «веретеновидная», 2083 дер./га

Сорт	Вариант обрезки и корректировки объема кроны	Длина волны, нм				
		Периферия кроны	Центр кроны (летняя обрезка)			
			до обрезки	после обрезки	% к периферии	
					до обрезки	после обрезки
Айдаред	30% срезаемой древесины	1230	490	920	39,8	75,0
	50% срезаемой древесины	1300	320	580	24,6	44,6
Симиренко	30% срезаемой древесины	880	390	640	44,3	72,7
	50% срезаемой древесины	1320	260	512	19,7	38,8
Дин Арт	30% срезаемой древесины	1020	270	510	26,5	50,0
	50% срезаемой древесины	1150	185	430	16,1	37,4
Зарница	30% срезаемой древесины	1050	305	540	29,0	51,4
	50% срезаемой древесины	1180	206	447	17,4	37,9

При обрезке до 15 % древесины весной и летней корректировке наибольшая интенсивность поступления лучистой энергии в центр кроны определена для сорта Айдаред и составила 1060 нм. Наибольшее количество солнечной радиации получают незатенённые периферийные листья – не менее 1400 нм при безоблачном небе в летний период (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение интенсивности поступления прямой солнечной радиации в зависимости от применения летней корректирующей обрезки (при 15% срезанной древесины), подвой СКЗ

Сорт	Количество растений, шт./га	Длина волны, нм				
		Периферия кроны	Центр кроны (летняя обрезка)			
			до обрезки	после обрезки	% к периферии	
					до обрезки	после обрезки
Айдаред	2083	1267	602	1060	47,5	83,7
	4167	1313	579	977	44,1	74,4
Симиленковец	2083	892	425	752	47,6	84,3
	4167	1348	394	940	29,2	69,7
Дин Арт	2083	1015	373	717	36,7	70,6
	4167	1138	196	548	17,2	48,2
Зарница	2083	1060	302	650	28,5	61,3
	4167	1161	233	488	20,0	42,0

Изучены особенности микроклиматических изменений в насаждениях яблони с различной плотностью посадки в летние периоды вегетации, при отсутствии осадков, наличии низкой влажности воздуха, повышенных дневных температурах воздуха и высокой интенсивности движения воздушных масс, в течение 10 часов: с 8 часов утра до 17 часов вечера, с интервалом между определениями – 1 час. Ниже приведены результаты исследований на примере сорта Айдаред (рис. 3-8).

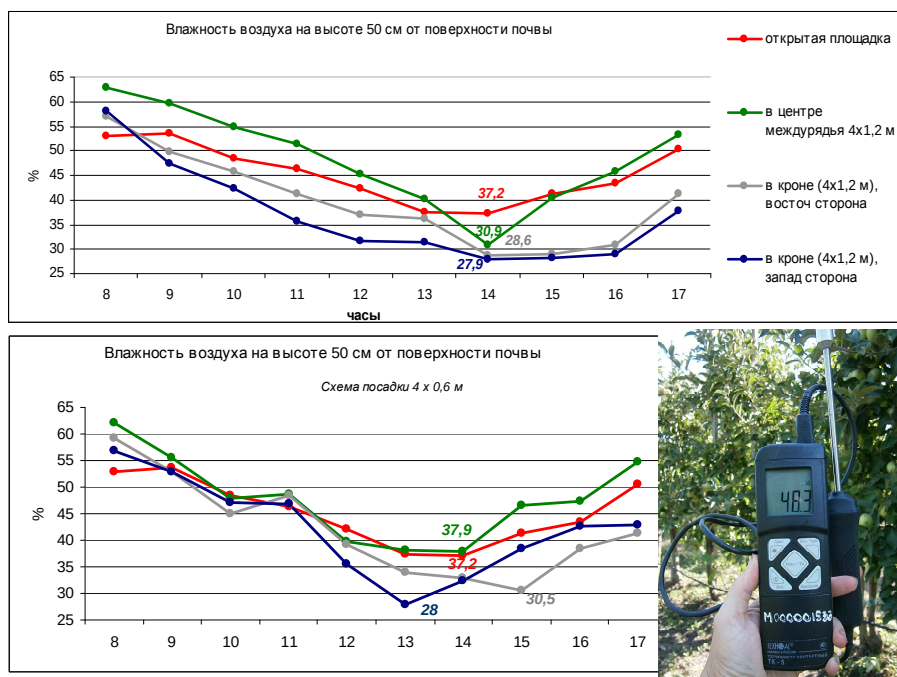


Рис. 3. Колебания влажности воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на высоте 50 см выше уровня почвы

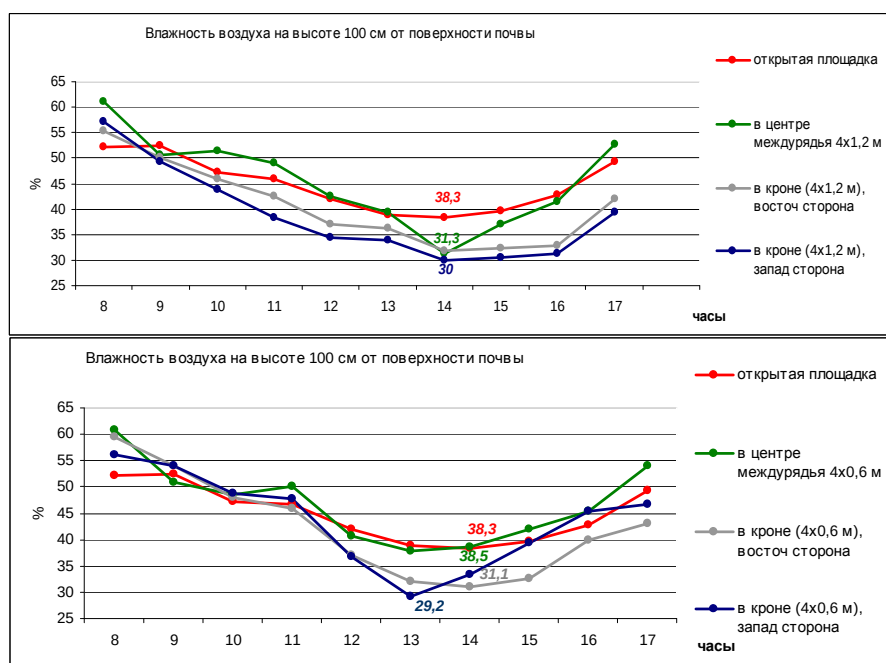


Рис. 4. Колебания влажности воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на высоте 100 см выше уровня почвы

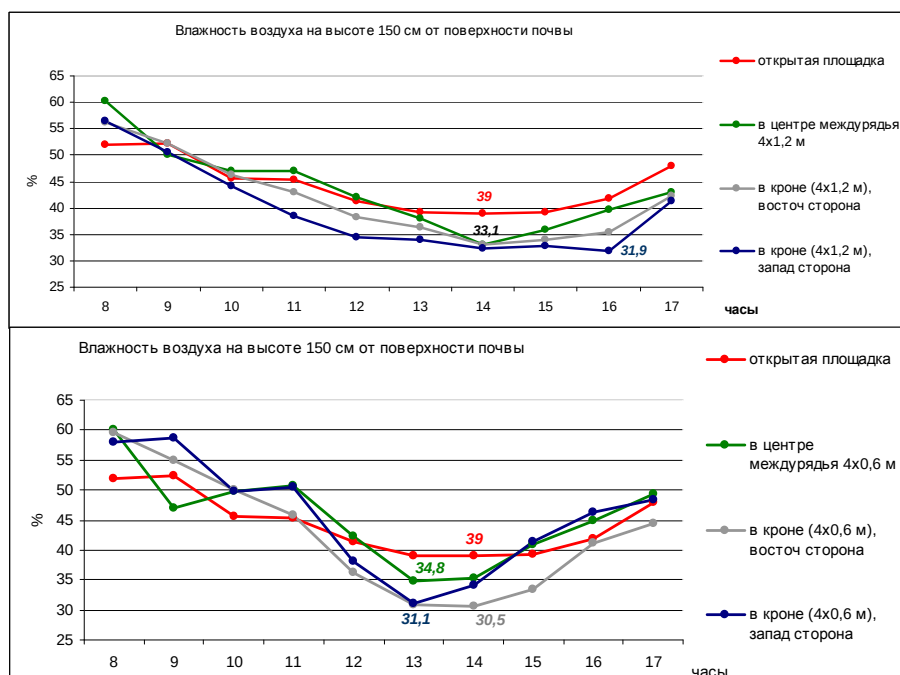


Рис. 5. Колебания влажности воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на высоте 150 см выше уровня почвы

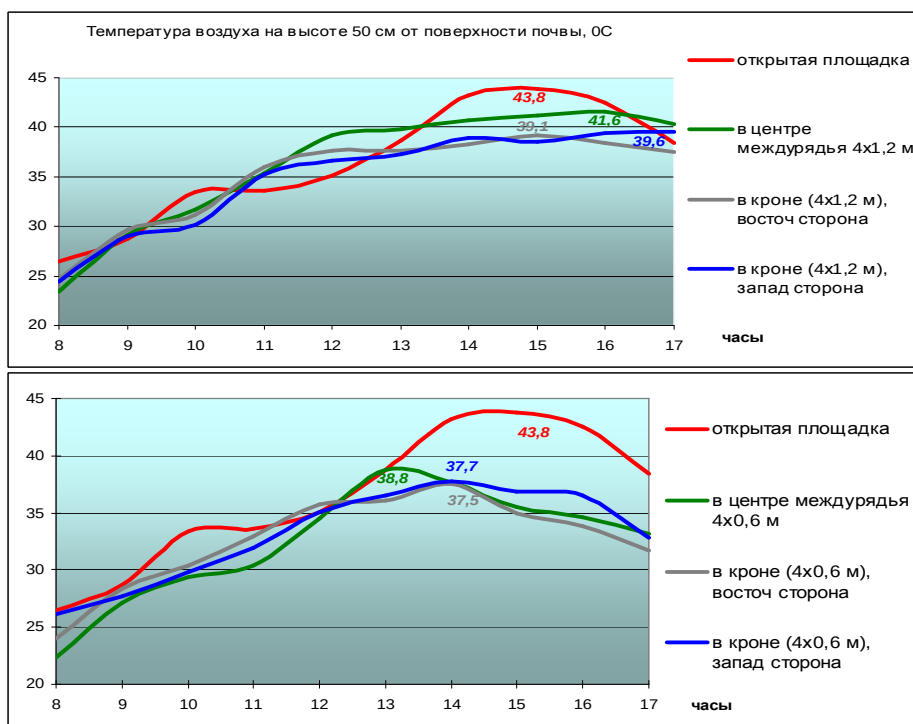


Рис. 6. Колебания температуры воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на высоте 50 см выше уровня почвы

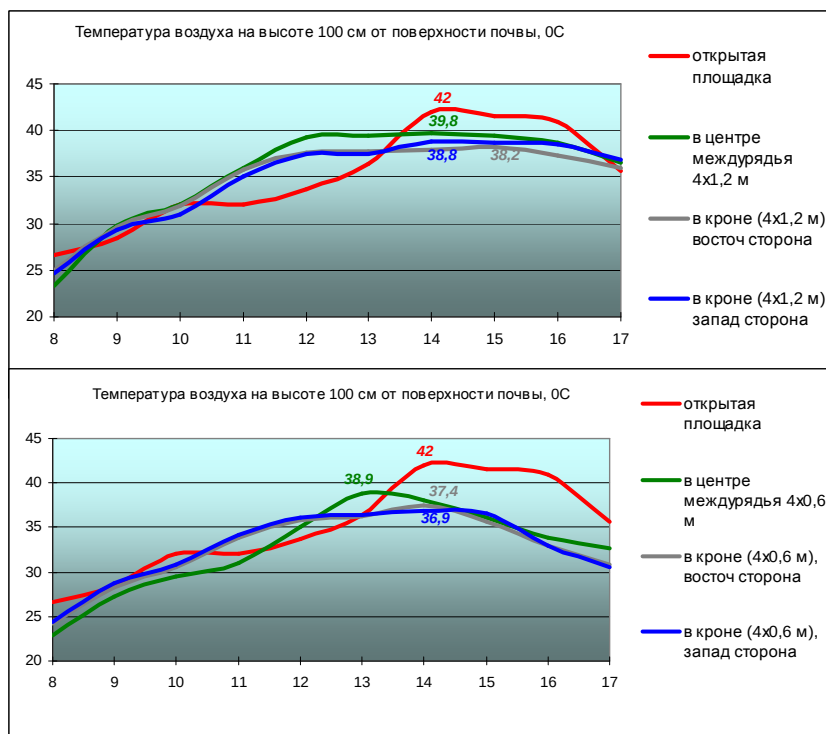


Рис. 7. Колебания температуры воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на высоте 100 см выше уровня почвы

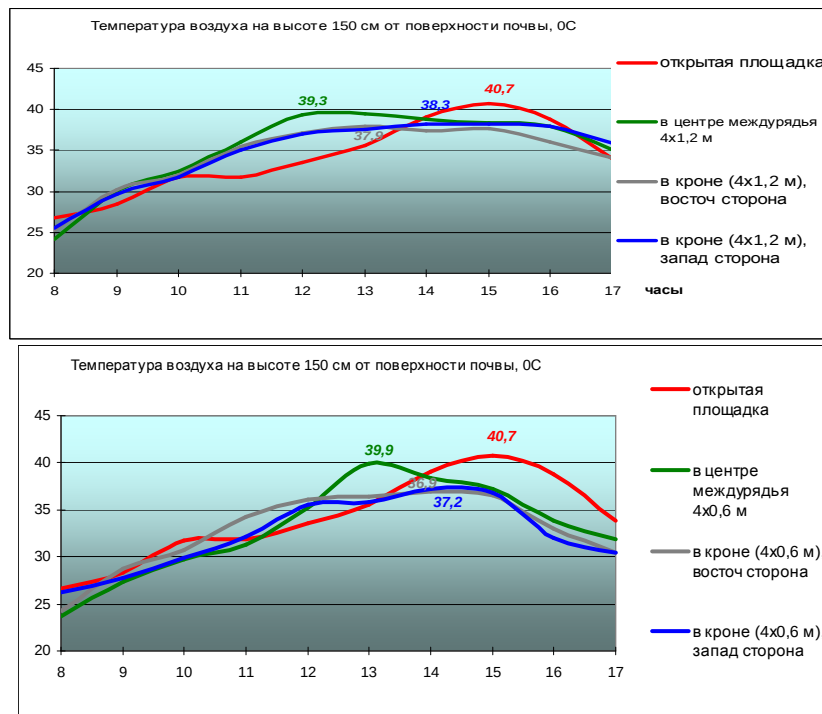


Рис. 8. Колебания температуры воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на высоте 150 см выше уровня почвы

Определено, что скорость ветра на открытой площадке межблочных

пространств сада в 5-8 раз выше, чем в междурядии при размещении по схеме 4,0х1,2 м и в 8-10 раз выше, чем при размещении 4,0х0,6 м.

Чем длиннее расстояние в блоке (длина гона), тем меньше скорость ветра. Увеличение скорости ветра снижает влажность воздуха в силу активной циркуляции воздушных масс. Повышение температуры увеличивает скорость ветра и снижает влажность воздуха.

Рассмотренные показатели в более плотных насаждениях отличаются большей стабильностью. При размещении растений более 4000 шт./га увеличение критических значений температур замедлено, короче период их воздействия на растение, отмечено ускоренное падение абсолютных значений во второй половине светового дня.

За анализируемый период в насаждениях слаборослой яблони с размещением растений более 1800 шт./га не отмечено значительного снижения урожайности деревьев в вариантах опыта.

Это обстоятельство позволяет позиционировать полученные значения за вегетационный период как близкие к оптимальным с функциональной точки зрения, обеспечивающие стабильное цветение растений, завязывание плодов, активность восстановительных процессов и гарантированный урожай плодов (рис. 9) с уровнем рентабельности не менее 90 % на фоне повторяющихся стрессовых явлений ранневесеннего и летнего периодов вегетации.

Наибольшая урожайность и экономическая эффективность определена для сортов яблони Айдаред, Симиренковец, Дин Арт в 2013 году при схеме посадки 4,0х1,2 м (табл. 4).

При плотности посадки деревьев 4,0х0,6 м максимальная урожайность, в пределах 65,2 т/га, и экономическая эффективность определена в 2011 году для сорта Симиренковец с последующей стабильной урожайностью 52,8-53,8 т/га (табл. 5).



А



Б

Рис. 9. Продуктивность яблони сорта Айдаред на подвое СК 3 при схеме размещения растений 4 x 1,2 м и системе формирования крон «веретеновидная» – 10,5 кг/дер. (А), – схеме размещения растений 4 x 0,6 м и системе формирования крон «крона-ряд» – 12,0 кг/дер. (Б)

Таблица 4 – Урожайность и экономическая эффективность насаждений яблони с веретеновидной кроной за период 2011 -2013 гг., подвой СКЗ, схема размещения растений 4 x 1,2 м, 2003 год посадки

Сорт	Годы	Урожайность, т/га	Затраты всего, тыс.руб./га	Валовой доход, тыс.руб./га	Чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
Айдаред	2011	21,9	173,0	328,5	155,5	89,9
	2012	36,1	292,4	577,6	285,2	97,5
	2013	39,2	313,6	705,6	392,0	125,0
Сими-ренковец	2011	41,6	208,0	624,0	416,0	200,0
	2012	39,4	207,3	630,4	423,1	204,1
	2013	45,8	245,2	824,4	579,2	236,2
Дин Арт	2011	10,1	121,2	151,5	30,3	25,0
	2012	15,6	136,5	249,6	113,1	82,8
	2013	21,2	207,8	381,6	173,8	83,6
Зарница	2011	20,2	161,6	303,0	141,4	87,5
	2012	21,3	166,1	340,8	174,7	105,2
	2013	18,0	159,0	324,0	165,0	103,8

Таблица 5 – Урожайность и экономическая эффективность насаждений яблони с системой формирования «крона-ряд» за период 2011-2013 гг, подвой СКЗ, схема размещения растений 4 х 0,6 м, 2003 год посадки

Сорт	Год	Урожайность, т/га	Затраты всего, тыс.руб./га	Валовой доход, тыс.руб./га	Чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
Айдаред	2011	31,6	221,2	474,0	252,8	114,3
	2012	51,7	346,4	827,2	480,8	138,8
	2013	50,0	345,0	900,0	555,0	160,8
Симиренко	2011	65,2	290,4	978,0	687,6	236,8
	2012	53,8	360,5	860,8	500,3	138,8
	2013	52,8	359,0	950,4	591,4	164,7
Дин Арт	2011	19,7	187,3	295,5	108,2	57,8
	2012	23,8	228,5	380,8	152,3	66,6
	2013	22,9	215,3	412,2	196,9	91,4
Зарница	2011	32,9	213,8	493,5	279,7	130,8
	2012	19,6	184,2	313,6	129,4	70,2
	2013	30,6	198,9	550,8	351,9	176,9

В период 2012-2013 гг. были изучены различные варианты нагрузки урожаем интенсивных плодовых насаждений яблони с системой формирования «крона-ряд» на подвое СК4, 2009 года посадки, и проведен поиск оптимальных параметров, повышающих устойчивость и уровень реализации продукционного потенциала деревьев.

Отмечены различия в интенсивности цветения и завязывания плодов в насаждениях яблони на подвое СК4 в возрасте 4-5 лет. Характерно влияние последствий различной нагрузки плодами урожая 2012 года на фоне суровой зимы 2011-2012 года. Так, в вариантах с нагрузкой плодами в 2012 году более 120 шт./дер. отмечено слабое цветение весной 2013 года и определена существенно низкая урожайность в пределах 2,4-5,4 т/га. В вариантах с нагрузкой 80-90 шт./дер. отмечено стабильное цветение и высокий коэффициент завязывания плодов по всем вариантам опыта при урожайности 16,1- 31,1т/га (табл. 6, 7).

Таблица 6 – Урожайность и экономическая эффективность насаждений яблони 2009 года посадки на подвое СК4, система формирования «крона-ряд», схема посадки 4,5 x 1,2 м

Сорт	Количество плодов, шт./дер.	Урожайность, т/га		Затраты, всего, тыс. руб.	Валовой доход, тыс.руб.	Чистый доход, тыс.руб.	Уровень рентабельности, %
		2012 г.	2013 г.				
Айдаред	80-90	29,4	16,1	157,8	289,8	132,0	83,6
	90-100	33,1	8,1	115,8	145,8	30,0	25,9
	100-110	37,4	7,0	100,8	126,0	25,2	25,0
	110-120	40,4	3,5	63,4	63,0	-0,4	-
Чемпион	80-90	28,5	25,2	231,8	453,6	221,8	95,7
	90-100	30,0	8,3	117,9	149,4	31,5	26,7
	100-110	34,0	9,3	130,2	167,4	37,2	28,6
	110-120	36,5	4,3	65,4	77,4	12,0	18,3
Прикубанское	80-90	26,8	20,0	199,0	360,0	161,0	80,9
	90-100	30,7	9,6	133,9	172,8	38,9	29,0
	100-110	35,7	8,7	122,7	156,6	33,9	27,6
	110-120	38,3	2,6	47,8	46,8	-1,0	-
Ренет кубанский	80-90	28,1	22,6	214,7	406,8	192,1	89,5
	90-100	33,6	18,5	263,6	333,0	69,4	26,3
	100-110	37,3	4,4	67,3	79,2	11,9	17,7
	110-120	40,8	2,4	44,4	43,2	-1,2	-
НСР _{0,05}		3,6	3,2				

Таблица 7 – Урожайность и экономическая эффективность насаждений яблони 2009 года посадки на подвое СК4, система формирования «крона-ряд», схема посадки 4,5 x 0,9 м

Сорт	Количество плодов, шт./дер.	Урожайность, т/га		Затраты всего, тыс.руб.	Валовой доход, тыс.руб.	Чистый доход, тыс.руб.	Уровень рентабельности, %
		2012 г.	2013 г.				
Айдаред	80-90	37,5	21,9	208,0	394,2	186,2	89,5
	90-100	42,5	17,8	170,9	320,4	149,5	87,4
	100-110	47,9	8,4	119,3	151,2	31,9	26,7
	110-120	53,9	4,7	71,0	84,6	13,6	19,2
Чемпион	80-90	35,6	31,1	264,4	559,8	295,4	117,7
	90-100	39,3	20,7	204,9	372,6	167,7	81,8
	100-110	45,4	10,1	140,4	181,8	41,4	29,5
	110-120	50,4	5,4	81,0	97,2	16,2	20,0
Прикубанское	80-90	36,5	28,9	248,5	520,2	271,7	109,3
	90-100	42,7	21,7	212,7	390,6	177,9	83,6
	100-110	47,4	8,9	125,5	160,2	34,7	27,6
	110-120	51,1	4,2	63,8	75,6	11,8	18,5
НСР 0,05		5,7	2,4				

Данная закономерность была характерна для всех вариантов опыта с использованием сортов Чемпион, Айдаред, Прикубанское, Ренет кубанский (рис. 10).



Рис. 10. Продуктивность яблони на подвое СК4 с системой формирования «крона-ряд» 2009 года посадки:

А – сорт Прикубанское, схема посадки 4,5х0,9 м, 28,9 т/га
(2012 г. – 14,8 кг/дер., 2013 г. – 11,7 кг/дер.);

Б – сорт Ренет кубанский, схема посадки 4,5х1,2 м, 22,6 т/га
(2012 г. – 15,2 кг/дер., 2013 г. – 12,2 кг/дер.)

Выводы. Анализируя теоретические заключения и практические результаты полевых опытов по изучению репродуктивной функции яблони группы сортов различного эколого-географического происхождения в зависимости от абиотических факторов и стабилизационной роли отдельных элементов конструкции агроценозов, можно высказать предположение о целесообразности дальнейшего использования возможностей конструкционного потенциала для активизации функциональных систем современных интенсивных сортов на фоне снижения техногенной нагрузки, что соответствует перспективному уровню ведения отрасли плодоводства.

Литература

1. Елин, Е.Н. Оценка эффективности производственных процессов в экологических системах / Е.Н. Елин // Достижения науки и техники АПК. – 2003. - № 8. – С. 39-41.
2. Дорошенко, Т.Н. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России / Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Л.Г. Рязанова. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 123 с.
3. Хаустович, И.П. Адаптивность плодовых культур / И.П. Хаустович. – Мичуринск: Издательство ОАО «Издательский дом Мичуринск», 2008. – 183 с.
4. Widmer A., Krebs C. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of Golden Delicious and Royal Gala apples // Acta Hort.- 2001. – 557.– Н.235 – 241.
5. Сергеев, Ю.И. Степень воздействия повреждающих факторов среды в зависимости от конструкции интенсивных насаждений яблони / Ю. И. Сергеев // Плодоводство и виноградарство юга России [сайт]. [2013]. URL: <http://journal.kubansad.ru/archive/13/>. (№ 22(4).– 9 с.).
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

References

1. Elin, E.N. Otsenka effektivnosti produktsionnyh protsessov v ekologicheskikh sistemah / E.N. Elin // Dostizheniya nauki i tehniki APK. – 2003. – № 8. – S. 39-41.
2. Doroshenko, T.N. Adaptivnyj potentsial plodovyh rasteniy yuga Rossii / T.N. Doroshenko, N.V. Zaharchuk, L.G. Ryazanova. – Krasnodar: Prosveschenie-Yug, 2010. – 123 s.
3. Haustovich, I.P. Adaptivnost' plodovyh kul'tur / I.P. Haustovich. – Michurinsk: Izdatel'stvo ОАО «Izdatel'skiy dom Michurinsk», 2008. – 183 s.
4. Widmer A., Krebs C. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of Golden Delicious and Royal Gala apples // Acta Hort.- 2001. – 557.– Н.235 – 241.
5. Sergeev, Yu.I. Stepen' vozdeystviya povrezhdayuschih faktorov sredy v zavisimosti ot konstruksii intensivnyh nasazhdeniy yablони / Yu. I. Sergeev // Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii [sayt]. [2013]. URL: <http://journal.kubansad.ru/archive/13/>. (№ 22(4).– 9 s.).
6. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. – Orel: VNIISPК, 1999. – 608 s.