

УДК 634.11:631.542:581.132

## ПОСТУПЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В КРОНУ ДЕРЕВЬЕВ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛОДОНОШЕНИЯ ЯБЛОНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКЦИИ НАСАЖДЕНИЯ

Сергеев Ю.И.

Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства  
(Краснодар)

**Реферат.** Изучена интенсивность поступления солнечной радиации в насаждения яблони на карликовом подвое СК 3, а также влияние нагрузки растений плодами на стабильность плодоношения в условиях центральной подзоны прикубанской зоны плодводства Краснодарского края. По результатам исследований за 2011-2013 гг. определено снижение интенсивности поступления солнечной радиации в насаждения яблони на подвое СК 3 в сравнении с 2010 годом на 13,4 %, что не повлекло за собой снижения урожайности.

**Ключевые слова:** яблоня, система формирования кроны, интенсивность солнечной радиации, стабильность плодоношения, урожайность, экономическая эффективность

**Summary.** The intensity of receipt transfer of solar radiation in the apple-tree's orchards on a SK3 dwarf rootstock and also the influence of plant's load by fruits on the stability of fructification under the conditions of the central subzone of the Prekuban zone of fruit growing of Krasnodar Region is studied. By results of 2011-2013 research the decrease on 13,4 % of intensity of solar radiation transfer at apple-tree plantings on SK3 rootstock in comparison with 2010 is defined, but it didn't cause the decrease of fruit productivity.

**Keywords:** apple-tree, system of crown formation, intensity of solar radiation, stability of fructification, yield capacity, economic efficiency

**Введение.** Современные агроэкологические системы имеют коэффициент полезного действия (КПД) использования фотосинтетически активной радиации (ФАР) на уровне 0,5-2%. По существу всё, что направлено на увеличение урожая плодов, способствует увеличению КПД фотосинтеза [1].

Эффективное функционирование стабильно плодоносящих агроэкологических систем возможно только при условии постоянного управления со стороны человека. Поиск оптимальных вариантов использования ресурсов и соизмерение затрат с полученным результатом привели к необходимости внедрения новых конструктивных решений и технологий производства плодов [2, 3].

Интенсивная технология в садоводстве юга Российской Федерации и стран СНГ направлена на обеспечение скороплодности, высокой урожайности насаждений и качества плодов. Она предусматривает, с одной стороны, использование потенциальной возможности высокопродуктивных плодовых растений, а с другой стороны – рациональное использование факторов природных ресурсов при оптимизации условий выращивания соответствующей породы и сорто-подвойной комбинации в конкретной почвенно-климатической зоне [4, 5]. При этом основу стабилизации производства составляет совокупность средообразующих факторов [6-8].

В настоящее время, на фоне интенсификации производства, в культуре яблони наблюдается также эволюция в сторону использования адаптивных технологий [9, 10], обеспечивающих создание низкорослых деревьев с листовым пологом, активно использующим солнечный свет и способствующим лучшему усваиванию фотосинтетически активной радиации [11].

Наряду с этим возрастает актуальность оптимизации ресурсосберегающих технологий [12] на основе крон, обеспечивающих снижение трудоёмкости работ при их формировании и уходе за ними, уменьшение затрат на уборку урожая плодов, и, в перспективе, возможность механизации работ [13, 14].

В этой связи задача стабильного ежегодного производства плодов в слаборослых насаждениях яблони с ориентированным уровнем рентабельности продукции реализуема при создании условий равномерности освещения крон деревьев, оптимизации микроклиматических условий возделывания, оказывающих влияние на продуктивность растений и товарные качества плодов.

Важное место в конструировании стабильно плодоносящих агроценозов яблони и формировании благоприятного микроклимата насаждения принадлежит специальной обрезке растений яблони сортов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных свойств (средний уровень апикального доминирования, средняя побегообразовательная способность, средняя пробудимость почек, смешанный тип плодоношения) [15, 16]. Благодаря этому обеспечивается высокоэффективное улавливание падающей на растения солнечной радиации, используемой в фотохимических реакциях [17-20].

Все перечисленные выше обстоятельства легли в основу нашего исследования интенсивности поступления солнечной радиации в садах яблони на карликовых подвоях СКЗ, а также влияния нагрузки растений плодами на стабильность плодоношения в условиях центральной подзоны прикубанской почвенно-климатической зоны плодородства Краснодарского края.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследования были плодоносящие растения слаборослой яблони сортов Зарница, Дин Арт, Симиренковец, Айдаред на подвое СК-3 в шпалерно-карликовом саду с капельным орошением и схемой посадки 4 x 0,6-1,2 м. Система формирования кроны – «веретеновидная» и «крона-ряд». Повторность в опыте шестикратная. Место проведения эксперимента – ОПХ «Центральное» (г. Краснодар). Рельеф опытного участка выровненный. Система ухода за садом общепринятая. Почва под садом – чернозём выщелоченный малогумусный сверхмощный. Сад орошаемый. Плотность почвы в слое 0-60 см 1,2-1,3 г/см<sup>3</sup>.

Закладку и проведение полевых опытов проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [21]. Для определения интенсивности поступления солнечной радиации в крону растений яблони использовали ФАР-фотометр.

**Обсуждение результатов.** За период исследований 2011-2013 гг. в течение вегетации (май-август) осуществляли 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.

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

В более загущенных кронах к моменту съёма урожая (при весенней обрезке до 50 % древесины объёма кроны) наблюдалось преимущественное поступление лучистой энергии солнца в центр кроны с длиной волны менее 185 нм (сорт Дин Арт) и 206 нм (сорт Зарница), что недостаточно для полноценного функционирования ассимиляционного аппарата (табл. 1). Потребовалось применение летней корректировки, что повысило поступление солнечной радиации в центр кроны.

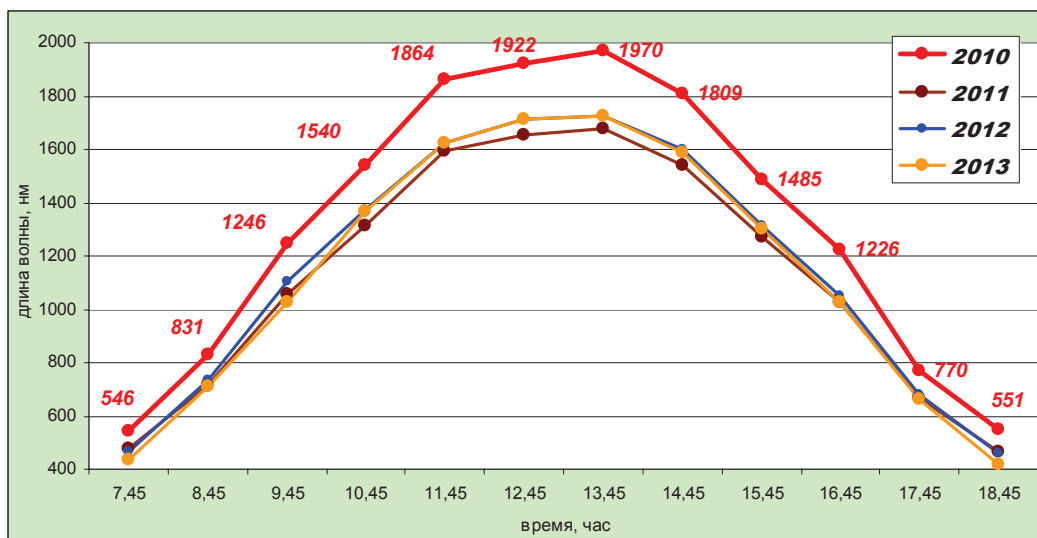


Рис. 1. Интенсивность поступления лучистой энергии солнца за период вегетации (май-август) по годам

Таблица 1 – Изменение интенсивности поступления прямой солнечной радиации в зависимости от интенсивности обрезки, система формирования кроны «веретеновидная», схема посадки деревьев 4 x 1,2 м

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

При обрезке до 15 % древесины весной и дополнительной летней корректировке наибольшая интенсивность поступления лучистой энергии в центр кроны определена для сорта Айдаред – 1060 нм. Наибольшее количество солнечной радиации получали незатенённые периферийные листья – не менее 1400 нм при безоблачном небе в летний период (табл. 2). Применение ранневесенней обрезки позволило удалить загущающие побеги с

высоким потенциалом ростовой активности, осветлить крону с максимальным сохранением плодовой древесины.

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

Сорт	Кол-во 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	<b>1060</b>	47,5	83,7
	4167	1313	579	<b>977</b>	44,1	74,4
Симиренковец	2083	892	425	752	47,6	84,3
	4167	1348	394	<b>940</b>	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

Уровень интенсивности воздействия на крону стимулировал различную реакцию ростовой активности: деревья в контрольных вариантах с минимальным удалением обрастающей и плодовой древесины обладали более сдержанным ростом при средней длине имеющихся побегов от 47 см у яблони сорта Айдаред до 59 см у яблони сорта Дин Арт.

Удаление древесины в период ранневесенней обрезки в количестве 50% объема кроны спровоцировало избыточный рост побегов при их средней длине от 73 см у яблони сорта Зарница до 78 см у сорта Дин Арт, что повлекло за собой значительное увеличение затрат труда в связи с увеличением массы срезаемой древесины.

Дополнительно были изучены особенности микроклиматических изменений в насаждениях яблони с различной плотностью посадки в длительные критические летние периоды вегетации, при отсутствии осадков, наличии низкой влажности воздуха, повышенных дневных температур и высокой скорости ветра, в течение 10 часов: с 8 часов утра до 17 часов вечера с интервалом в 1 час (рис. 2, 3).

Определено, что скорость ветра на открытой площадке межблочных пространств сада в 5-8 раз выше, чем в междурядии при размещении по схеме 4 x 1,2 м и в 8-10 раз выше, чем при размещении 4 x 0,6 м. Чем длиннее расстояние в блоке (длина гона), тем ниже 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 плотных насаждениях отличаются большей стабильностью как во времени, так и в пространстве ряда деревьев. При размещении более 4000 шт./га увеличение критических значений температур происходит медленнее, короче период их воздействия на растение и быстрее падение абсолютных значений во второй половине светового дня.

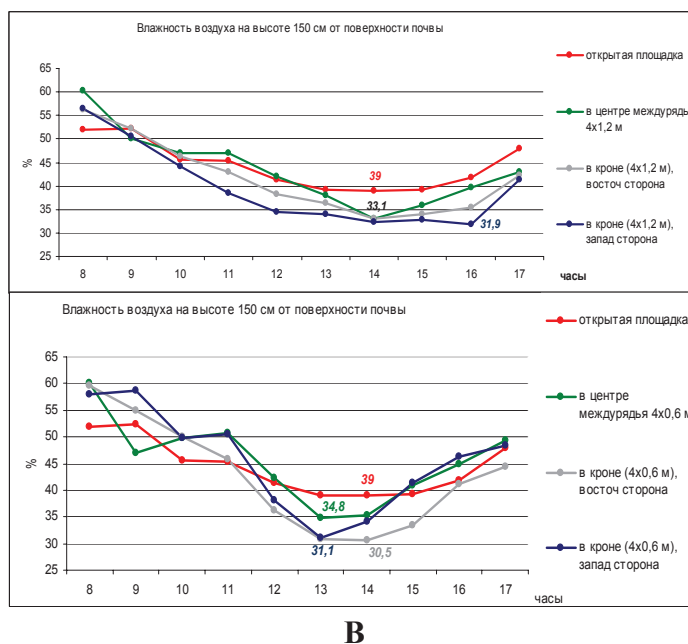
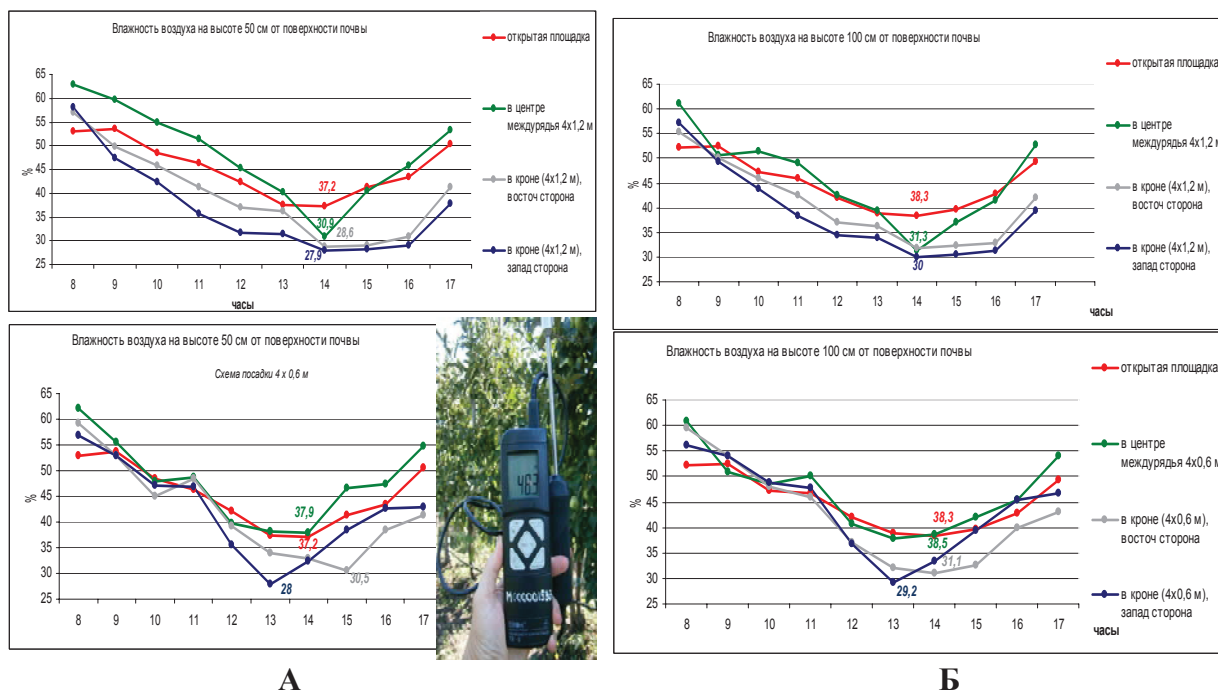
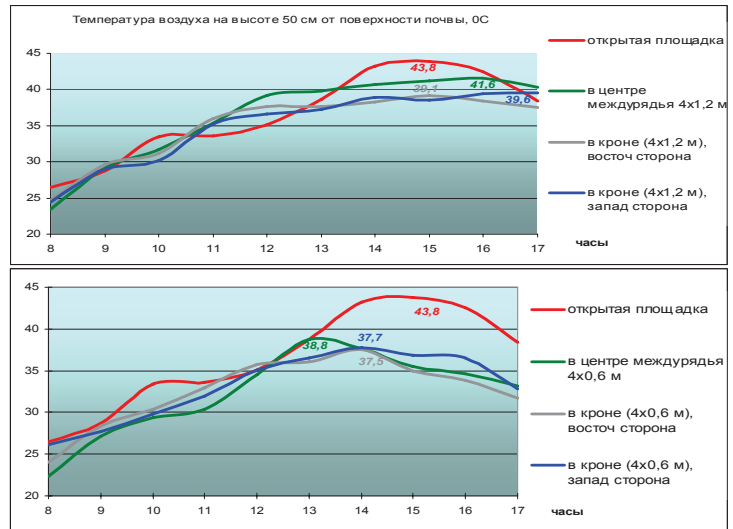
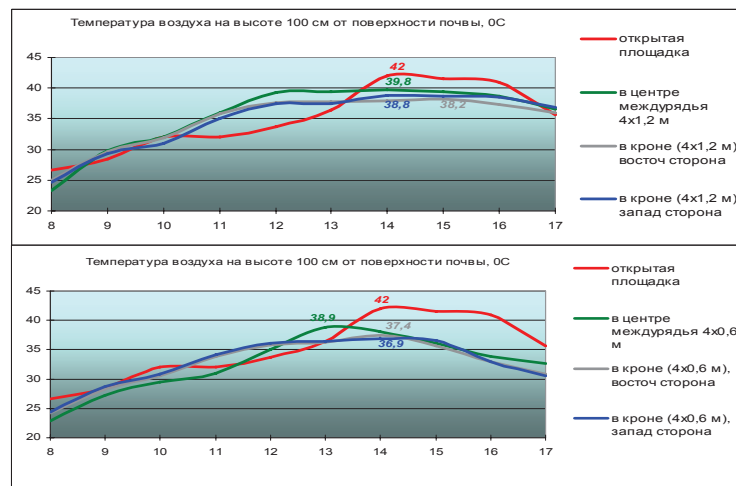


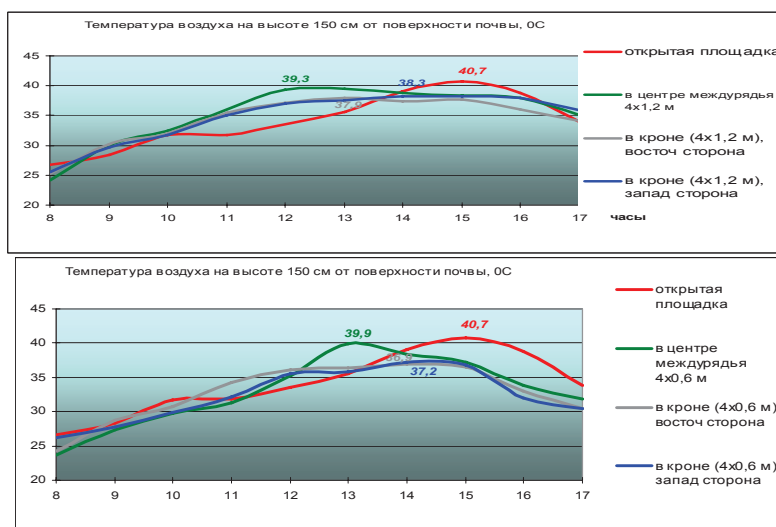
Рис. 2. Колебания влажности воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на подвое СКЗ 2003 года посадки, на высоте 50 (А), 100 (Б) и 150 (В) см выше уровня почвы



**А**



**Б**



**В**

Рис. 3. Колебания температуры воздуха в различных конструкциях насаждений яблони сорта Айдаред на подвое СКЗ 2003 года посадки, на высоте 50 (А), 100 (Б) и 150 (В) см выше уровня почвы

За анализируемый в наших исследованиях период (2011-2013 гг.) в интенсивных насаждениях яблони с размещением деревьев более 1800 шт./га не отмечено значительного снижения урожайности в вариантах опыта, что позволяет позиционировать полученные за вегетационный период значения как близкие к оптимальным с функциональной точки зрения, обеспечивающие стабильное цветение растений, завязывание плодов, восстановительные процессы и гарантированный урожай плодов с уровнем рентабельности не менее 90 % на фоне повторяющихся в регионе стрессовых погодно-климатических явлений ранневесеннего периода.

Наибольшая урожайность и экономическая эффективность производства плодовой продукции определена для сортов яблони Айдаред, Симиренковец, Дин Арт в 2013 году при схеме посадки 4 x 1,2 м.

При схеме посадки 4 x 0,6 м максимальная урожайность была в пределах 65,2 т/га, а экономическую эффективность показал в 2011 году сорт Симиренковец, с последующей стабильной урожайностью 52,8-53,8 т/га.

Для конструкций интенсивных насаждений яблони на подвое СКЗ с системой формирования «крона-ряд» наиболее оптимальным определён вариант нагрузки деревьев плодами в предшествующий период и в год плодоношения – 90-100 шт./дер. при размещении до 2500 деревьев на гектаре и 60-70 штук плодов на дереве, при плотности посадки 4166 дер./га.

**Выводы.** Таким образом, за период 2011-2013 гг. определено снижение интенсивности поступления прямой солнечной радиации в крону растений яблони в сравнении с 2010 годом на 13,4%. На этом фоне в интенсивных насаждениях яблони на подвое СКЗ проведение дополнительной летней обрезки способствовало повышению поступления солнечной радиации в центр кроны деревьев в 1,6-1,9 раза.

Сильная весенняя обрезка стимулировала восстановительный вегетативный рост, который в 1,4-1,8 раза был выше, чем при минимальной обрезке.

Скорость ветра в междурядии при размещении деревьев по схеме 4 x 1,2 м в 5-8 раз ниже, в сравнении с открытой площадкой, а при схеме посадки деревьев 4 x 0,6 м – в 8-10 раз ниже, в сравнении с открытой площадкой.

Наибольшая урожайность и экономическая эффективность при схеме посадки растений 4 x 1,2 м и схеме 4 x 0,6 м определена для сортов яблони Айдаред и Симиренковец (52,8-65,2 т/га).

### Литература

1. Мокроносов, А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко.– М.: МГУ, 1992.– 320 с.
2. Ерёмин, Г.В. Интенсивные системы ведения садоводства при выращивании косточковых культур и их экономическая эффективность / Г.В. Ерёмин, А.В. Проворченко // Сб. матер. конф. «Состояние и пути повышения эффективности садоводства Краснодарского края». – Краснодар, 1997. – 49 с.
3. Бруйло, А.С. Предварительные итоги результатов 7-летних исследований по моделированию новых типов карликовых безопорных садов / А.С. Бруйло, С.Ю. Соболев, П.С. Шешко // Сельское хозяйство: проблемы и перспективы. – Гродно, 2007. – Т. 1.– Агрономия. Экономика. – С. 106-113.

4. Сергеев, Ю.И. Интенсивный сад яблони и качество плодов / Ю.И. Сергеев // Сб. матер. конф. «Садоводство и виноградарство 21 века». – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 1999. – С. 227-228.
5. Драгавцева, И.А. Экологический метод оптимального размещения плодовых культур / И.А. Драгавцева // Сб. матер. конф. «Садоводство и виноградарство 21 века». – Краснодар: СКЗНИИСиВ. – С. 38-41.
6. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство / А.А. Жученко. – Кишинёв: Штиинца, 1990. – 431 с.
7. Фисенко, А.Н. Высокоплотные сады короткого цикла в системе адаптивного садоводства / А.Н. Фисенко, Е.А. Егоров // Сб. матер. «Состояние и пути повышения эффективности садоводства Краснодарского края». – Краснодар, 1997. – С.90-96.
8. Миркин, Б.М. Состояние и тенденции развития современной агроэкологии / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, Ю.А. Злобин // Итоги науки и техники. – 1991.– №10. – 184 с.
9. Будаговский, В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев / В.И. Будаговский. – М., 1976. – 304 с.
10. Бруйло, А.С. Предварительная оценка результатов 7-летних исследований по изучению новых типов карликовых безопорных садов / А.С. Бруйло, С.Ю. Соболев // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно, 2007. – С. 86-87.
11. Сергеев, Ю.И. Влияние системы формирования на уровень освещённости кроны в условиях интенсивных насаждений яблони на юге России / Ю.И. Сергеев // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс].– Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013.– №23 (05). – С. 114-120.– Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/13/05/13.pdf>.
12. Гегечкори, Б.С. Особенности роста и плодоношения яблони в богарных условиях Прикубанской плодовой зоны / Б.С. Гегечкори, В.В. Карабанов // Сб. «Совершенствование технологии производства плодов». – Краснодар, 1988. – 26 с.
13. Кудасов, Ю.Л. Обрезка яблони в загущенном саду короткого цикла / Ю.Л. Кудасов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1983.– №12. – С. 37-42.
14. Карпенчук, Г.К. Частное плодоводство / Г.К. Карпенчук.– Киев: Выща шк., 1984. – 245 с.
15. Gandev S. Apple Growing by Applying The Cone Training System. Training and Pruning // Растен. Науки. – 2007. – P. 371-375.
16. Neumann U. Moglichkeiten zyr minderunq der Jahresstreuung des ertraq und witterunq bei der Apfelsorte „Gelber Kostlicher“// Archiv fur Gartenbau. – 1985. – Bd. 33, n1.
17. Monteith J.L. Couplinq of plants to the atmosphere. Jn: plants and their Atmospheric environment / J.L. Monteith, J. Grace, E.D. Ford, P.G. Jarvis // 21 st Symposium of the british Ecological Society. – Blachwell scientific Publicacions. – Oxford, 1981 – pp. 1-29.
18. Mc Cree, K.J. A racional approach to light. Measurements in plant ecologj. Jn: Commentaries in Plant Scienee / K.J. Mc Cree, H. Smith // Pergamon Press. – Oxford, 1976. – pp. 37-41.
19. Соловченко, А.Е. Спектрофотометрический анализ пигментов в плодах яблони / А.Е. Соловченко, О.Б. Чивкунова, М.Н. Мерзляк, И.В. Решетникова // Физиология растений. – 2001. – Т.48(5). – С. 801-808.
20. Соловченко, А.Е. Пигменты и адаптация растений к солнечному излучению (на примере яблоч) / А.Е. Соловченко, М.Н. Мерзляк. // Тезисы докладов 3 съезда биофизиков России (24-29 июня 2004 г.). – Воронеж, 2004. – Т.2. – С. 462-464.
21. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.