

А.А. Соломахин
М. Бланке
Т.Г.-Г. Алиев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ КАК СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

УДК 631.1:631.544.7

Размер плода, его окрашенность и вкусовые характеристики являются одними из основных показателей качества плодов яблони. В нашем эксперименте оценивалось влияние системы содержания почвы (мульчирование светоотражающими мульчами Extenday и Daybright) и применения некорневой подкормки монофосфатом (Seniphos) в интенсивном саду яблони под сетями против града и без их защиты на качественные характеристики плода и микроклимат сада. Мульчирование компенсировало потери ФАР при прохождении солнечного излучения через антиградовые сети благодаря своим светоотражающим свойствам, увеличивало содержание сухих растворимых веществ и улучшало вкус плодов, выражающийся в более высоком сахаро-кислотном индексе по сравнению с залужением, стимулировало развитие покровной окраски плода, увеличивая её площадь и интенсивность, особенно на плодах, расположенных в нижней части кроны плодового дерева и было более эффективно, чем монофосфат.

Ключевые слова: яблоня, мульчирование, антиградовая сеть, качество плода

Solomakhin A.A., Blanke M., Aliev T.G.-G. **Soil management system as a tool to enhance apple fruit quality characteristics.** Fruit size, colouration and taste are the main apple fruit quality characteristics. In our experiment we assessed the impacts of soil management systems (reflective mulches Extenday and Daybright) as well as foliar fertilizer monohosphate (Seniphos) in intensive apple orchard either with or without hail protective nets on fruit quality characteristics and orchard microclimate. Mulches compensated PAR losses caused by hailnets due to its reflective properties, enlarged fruit soluble solids content as well as enhanced fruit taste expressed as higher sugar/acid ratio compared with sod, stimulated fruit top colour development increasing its area and intensity

Соломахин А.А., к.с.-х.н.; Алиев Т.Г.-Г., д.с.-х.н. – ГНУ ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина (г. Мичуринск)
Бланке М. – Боннский университет (г. Райнбах, Германия)

particularly for apples grown at the bottom part of tree canopy and they were more effective than monophosphate.

Key words: apple, mulch, hail protective net, fruit quality.

Введение

Размер плода, его окрашенность и вкус (сахаро-кислотный индекс) – являются одними из основных показателей качества плодов яблони [9]. Практически все основные параметры качества плода закладываются еще в саду. Часто наблюдающиеся в последние 15...20 лет в Европе грозы с градом, вызывающие значительные механические повреждения плодов (что приводит к существенному снижению их качества и, как следствие – прибыли производства), привели к широкому применению антиградовых сетей в садоводстве. Однако использование этих сетей зачастую ассоциируется также с некоторым снижением качества плодов, включая недостаточное развитие покровной окраски, особенно в нижней части кроны плодового дерева, где потери солнечного излучения могут достигать 80% даже без применения сетей [4].

Основная фаза развития покровной окраски яблока начинается около 4...6 недель до съема и находится под влиянием условий окружающей среды. Специфичный фермент – фенилаланин-аммоний-лиаза (ФАЛ), чрезвычайно чувствительный к изменениям интенсивности света, его спектру и температуре окружающей среды, способствует синтезу антоцианидинов – предшественников антоцианов и, таким образом, отвечает за содержание фенолов и антоцианов в кожуре яблок [1]. На данный момент ведется активный поиск химических соединений, стимулирующих активность ФАЛ [7].

Целью нашего исследования являлся поиск возможностей улучшения качества плода выраженного его параметрами окрашивания, твердости, содержания сахара и общей кислотности (вкуса) путем улучшения утилизации энергии солнца в саду, особенно для плодов в затененных условиях нижней части кроны и под антиградовыми сетями.

Место проведения, объекты исследования

Объектами исследования служили 8-летние деревья яблони сорта Эльстар на подвое М.9 со схемой посадки 1 м × 3,5 м в экспериментальном саду Кляйн-Альтендорфской исследовательской станции Боннского университета, сформированные как стройное веретено. Одна половина экспериментальных деревьев располагалась под белой антиградовой сетью, другая – без них. Варианты опыта без защитной сети: Extenday™; Daybright™; залужение (контроль 1); монофосфат ('Seniphos'™). Варианты опыта под антиградовой сетью: Extenday™; Daybright™; залужение (контроль 2); монофосфат ('Seniphos'™).

Мульча марки Extenday™ и Daybright™ шириной 3 м расстилалась в междурядье сада за 6 недель до ожидаемого съема плодов с оставлением 0,5 м гербицидного пара в пристволенной полосе. Монофосфат вносился за 2 и 3 недели до ожидаемого урожая при норме расхода 10 л/га.

Методика исследования

Проводились почасовые измерения дневного хода влажности воздуха, его температуры и фотосинтетически активной радиации (ФАР) при помощи установки EGM-1 с сенсором HTR-1 (PPSystems, Hitchin, UK). Показатели микроклимата измерялись в динамике ежечасно на высоте 1,5 м в междурядье в типичный пасмурный и солнечный день. ФАР оценивалась как падающая, отраженная (90°) и рассеянная (45°). Почвенная температура измерялась в динамике в типичный солнечный день каждые 2 часа на глубине 5 см с использованием датчика STP-1 (PPSystems). Пробы плодов были отобраны из нижних и средних частей крон всех 8 вариантов. Иод-крахмальная проба определялась с использованием цифровой камеры в ART system (UP Produkte, Osnabrück, Germany). Твердость плода – при помощи пенетрометра (ART system). Цвет кожицы плода определялся с двух его противоположных боковых сторон и с нижней стороны при помощи спектрометра CA-22 (X-rite) (ART system), используя специализированную шкалу оттенков [8]. Плоды со всех вариантов были обработаны на специализированной машине Greefa MSE 2000, позволяющей оценить площадь развития румянца, диаметра плода и количества плодов 1 сорта. Относительное содержание хлорофилла и антоцианов оценивалось в наиболее окрашенной и в наиболее зеленой точках поверхности плода неразрушающим методом – с использованием анализатора пигментов PA1101 (Control in Applied Physiology, Berlin-Falkensee, Germany) [10]. Относительное содержание хлорофилла отражает индекс NDVI, антоцианов – NAI. Сахара определялись рефрактометрически (Atago PR 32 – Atago Co., Japan). Каждый из вариантов включал в себя 17 деревьев с 15 деревьями как дерево-повторность.

Результаты исследований

Условия освещенности в значительной степени могут влиять на показатели качества плода, включающие в себя такие параметры, как красная пигментация кожицы, концентрация сухих растворимых веществ и, иногда, масса плода [2]. В наших опытах исследуемая сеть снижала ФАР на 11% в облачный день и на 14% в солнечный день. Крона деревьев принимала в среднем 19...26% и 13...23% отраженной от мульчи падающей ФАР при измерениях 90° и 45°, соответственно, по сравнению с залуженными вариантами. Увеличение отражения излучения на 4% и 7% при углах измерения 90° и 45° в облачный день по сравнению с солнечным под антиградовыми сетями, вероятно, регистрировалось благодаря большей порции так называемого «диффузного» света. На основании полученных данных по ФАР можно сделать вывод, что мульчирование компенсировало 11...14% потери ФАР при прохождении солнечного излучения через антиградовые сети благодаря светоотражающим свойствам исследуемых типов мульчей.

По полученным в нашем эксперименте данным, под антиградовыми сетями влажность воздуха увеличивалась в среднем на 6%, температура воздуха – около 0,5°C и, таким образом, белая антиградовая сеть способна модифицировать микроклимат под антиградовыми сетями в саду [6]. Увеличение влажности воз-

духа на 6% не оказало какого-либо значительного влияния на качество урожая. В то же время повышение почвенной температуры на 0,5°C и снижение температуры воздуха под антиградовыми сетями может оказывать негативное влияние на развитие покровной окраски плода. Однако, снижение почвенной температуры под светоотражающей мульчей может оказывать положительное воздействие, так как способствует синтезу антоцианов в кожице плода.

Согласно результатам эксперимента, содержание сухих растворимых веществ (СРВ) в плодах яблони сорта Эльстар увеличивалось с высотой экспозиции плода в кроне дерева. Применение светоотражающей мульчи в междурядьях сада увеличивало содержание СРВ в среднем на 2,4% с 13,3% до 15,7% (таблица 1). Данный факт объясняется увеличением абсорбции ФАР и улучшению утилизации света в саду [2, 3], что может вызывать повышенный экспорт углеводов из листа [5].

Более сладкие яблоки с повышенным сахарокислотным индексом были получены с замульчированных деревьев под антиградовыми сетями, демонстрирующих наилучшее качество плода. Оба типа мульчей способствовали ускоренному распаду крахмала в исследуемых плодах с соответствующих делянок под антиградовыми сетями и без них. Увеличение средней массы плода на 11...13% со всех опытных делянок под антиградовыми сетями было вызвано наличием меньшего количества плодов на дереве, а также сниженным цветением и завязыванием плодов под ними, что обусловило более высокое соотношение лист : плод. Монофосфат незначительно увеличивал твердость плода – на 0,4 единицы и содержание сахара на 0,7% у плодов из нижней части кроны при отсутствии защитных сетей по сравнению с контрольным вариантом при залужении. Более твердые плоды были получены с делянок без применения антиградовых сетей.

Анализ параметров L, a, b и цветности на внешней, внутренней и нижней частях плода из средней и нижней частей кроны плодового дерева выявил развитие более желтой и, соответственно, менее зеленой основной окраски плода яблони. Плоды из нижней части кроны развивали максимальную площадь покровной окраски в вариантах с Extenday и Daybright, демонстрируя более высокое значение параметра a (около 30 или 22° цвета – темно-красный) и меньшее – параметра b (около 12), что обусловлено увеличенным отражением ФАР (Doud and Ferree, 1980; Green et al., 1995), по сравнению с залуженным контролем (a=25, b=22 и 43° цвета – светло-красный).

Анализ пигментов обнаружил повышенное содержание антоцианов и распад хлорофилла в плодах яблони с замульчированных вариантов. Менее негативное значение NDVI индекса на красной стороне плода (-0,3) по сравнению с зеленой его частью (-0,5) свидетельствует о большем содержании хлорофилла на окрашенной, внешней или позиционируемой на солнце части плода сорта Эльстар по сравнению с его затененной частью, независимо от варианта (наличие и отсутствие мульчей и антиградовых сетей), что изначально могло показаться противоречием. Однако данный факт нашел подтверждение в экспериментах Reay et al. (1998) по сорту Гала.

Таблица 1 – Изменение биохимических параметров плода под влиянием антиградовых сетей и системы содержания почвы

Вариант	Часть кроны дерева	Твердость, кг/см ²	СРВ, %	Иод-крахмальная проба [1-10]	Общая кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс		
антиградовая сеть	Залужение (контроль 2)	нижняя	6,6	13,3	4,1	0,85	14:1	
		средняя	6,9	13,3	4,4	0,85	15:1	
	Daybright	нижняя	6,8	14,5	4,7	0,85	15:1	
		средняя	7,0	14,9	4,9	0,92	14:1	
	Extenday	нижняя	6,3	15,2	5,9	0,89	15:1	
		средняя	6,9	15,7	5,7	0,89	17:1	
	Монофосфат	нижняя	6,5	13,1	4,3	0,94	14:1	
		средняя	6,4	13,4	4,9	0,92	14:1	
	НСР ₀₅	нижняя	0,44	0,40	0,63	-	-	
		средняя	0,41	0,49	0,71	-	-	
	без антиградовой сети	Залужение (контроль 1)	нижняя	6,7	12,9	4,5	0,65	21:1
			средняя	6,8	14,0	4,5	0,87	16:1
Daybright		нижняя	6,9	14,3	4,6	0,83	17:1	
		средняя	6,8	14,3	5,8	0,87	16:1	
Extenday		нижняя	7,2	14,3	4,1	0,80	17:1	
		средняя	7,0	14,8	4,7	0,87	17:1	
Монофосфат		нижняя	7,1	13,6	4,9	0,78	17:1	
		средняя	6,9	14,4	5,4	0,80	17:1	
НСР ₀₅		нижняя	0,39	0,46	0,77	-	-	
		средняя	0,39	0,53	0,71	-	-	
Оптимальный съем		7...8	11,5...12,5	2...3	-	-		

Анализ содержания пигментов обнаружил увеличение NAI индекса в среднем на 0,4 единицы в вариантах с монофосфатом на красной стороне плода. Однако монофосфат не повлиял на площадь развития покровной окраски как под антиградовыми сетями, так и без них.

Выводы

1. Мульчирование способствовало компенсации потерь ФАР при прохождении солнечного излучения через антиградовые сети, благодаря своим светоотражающим свойствам, увеличивало содержание сахара и улучшало вкус плодов, выражающийся в более высоком соотношении сахар : кислота по сравнению с залужением в контроле.

2. Изучаемые типы мульчей стимулировали развитие покровной окраски плода, увеличивая её площадь и интенсивность, благодаря увеличению синтеза антоцианов и распаду хлорофилла по сравнению с залужением, особенно на нижней части плода и на плодах, расположенных в нижней части кроны плодового дерева, и были более эффективны, чем монофосфат.

3. Монофосфат в некоторой степени увеличивал интенсивность красного окрашивания и твердость плода по сравнению с контролем, но не оказывал существенного влияния на площадь развития покровной (красной) окраски плода.

Литература

1. Arakawa, O. Relative effectiveness and interaction of ultraviolet-B, red and blue light in anthocyanin synthesis of apple fruit / O. Arakawa, Y. Hori, Ogata R. // *Physiol. Plant.* – 1985. – № 64. – pp. 323-327.

2. Doud, D.S. Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees / D.S. Doud, D.C. Ferree // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 1980. – № 105 (3). – pp. 325-328.

3. Funke, K. Can reflective ground cover enhance fruit quality and colouration? / K. Funke, M.M. Blanke // *J. Fd. Agric. Environ.* – 2004. – № 3. – pp. 203-206.

4. Green, S.R. Measurement of increased PAR and net all-wave radiation absorption by an apple-tree caused by applying a reflective ground covering / S.R. Green, K.G. McNaughton, D.H. Greer, D.J. McLeod // *Agricultural and Forest Meteorology.* – 1995. – № 76. – pp. 163-183.

5. Johnson, R.S. Carbon balance model of a growing apple shoot: II. Simulated effects of light and temperature on long and short shoots / R.S. Johnson, A.N. Lakso // *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* – 1986. – № 111(2). – pp. 164-169.

6. Kührt, U. Effect of plant architecture and hail nets on temperature of codling moth habitats in apple orchards / U. Kührt, J. Samietz, S. Dorn // *Entomologia Experimentalis et Applicata.* – 2006. – № 118. – pp. 245-259.

7. Li, Z. Stimulation of 'Fuji' apple skin colour by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis / Z. Li, H. Gemma, S. Iwahori // *Sci. Hortic.* – 2002. – № 94. – pp. 193-199.

8. McGuire, R. Reporting of objective colour measurements / R. McGuire // *HortScience.* – 1992. – № 27. – pp. 1254-1255.

9. Reay, P.F. Chlorophylls, carotenoids and anthocyanin concentrations in the skin of «Gala» apples during maturation and the influence of foliar applications of nitrogen and magnesium / P.F. Reay, R.H. Fletcher, Thomas V.J. // *J. Sci. Fd. Agr.* – 1998. – №76 (1). – pp. 63-71.

10. Zude, M. Comparison of indices and multivariate models to non-destructively predict the fruit chlorophyll by means of visible spectrometry in apples / M. Zude // *Analytica Chimica Acta.* – 2003. – № 481. – pp. 119-126.