

УДК 664.8:634.1

**ФОРМИРОВАНИЕ
КАЧЕСТВЕННЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ
ЯБЛОНИ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ
ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ**

Причко Татьяна Григорьевна
д-р с.-х. наук, профессор

Чалая Людмила Дмитриевна
канд. техн. наук

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

Представлена сравнительная оценка химического состава плодов яблони, выращенных в условиях центральной зоны Краснодарского края, в зависимости от погодных условий периода вегетации. Полученные данные позволили разработать модели взаимосвязи накопления РСВ, сахаров, аскорбиновой кислоты, общих полифенолов, естественных антиоксидантов с погодными условиями периода вегетации яблони.

Ключевые слова: ЯБЛОКИ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ, ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ, ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ, ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

UDC 664.8:634.1

**FORMATION OF QUALITATIVE
INDICATORS OF THE APPLE-TREE
FRUITS DEPENDING ON WEATHER
CONDITIONS OF THE VEGETATION
PERIOD**

Prichko Tatiana
Dr. Sci. Agr., Professor

Chalaya Ludmila
Cand. Tech. Sci.

*State Scientific Organization North
Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture of the
Russian Academy of Agricultural Sciences,
Krasnodar, Russia*

The comparative estimation of the chemical compound of the apple-tree fruits which have been grown up in the conditions of the central zone of Krasnodar territory, depending on weather conditions of the vegetation period is presented. The obtained data has allowed to develop interrelation models between accumulation RSV, sugars, ascorbic acid, the general polyphenols, natural antioxidants and weather conditions of the period of vegetation of an apple-tree.

Keywords: APPLES, CHEMICAL COMPOUND, ANTIOXIDANT ACTIVITY, WEATHER CONDITIONS, VEGETATION PERIOD, STORAGE PROPERTIES, PHYSIOLOGICAL DISEASES

Введение. Избыток или недостаток тепла и количества осадков в период вегетации плодовых деревьев приводит к негативным последствиям, которые ведут к нарушению нормального функционирования растений, ухудшая химический состав и лежкоспособные свойства плодов [1, 2].

Холодная зима, которая наблюдалась на Кубани в 2006 году, оказала влияние на качество плодов, а морозы, повредившие цветковую почку,

привели к образованию недоразвитых плодов с признаками ребристости, перетяжки у верхушки плодов, невыравненности их по размеру, а также отразились на качественных показателях яблок, созревших на 20-25 дней позже. К съёму плодов сумма активных температур достигла 4441⁰С, количество осадков – 383 мм, однако многие сорта к началу созревания яблок не имели необходимого запаса крахмала, что в дальнейшем сказалось на лёжкости плодов, сократив сроки их хранения.

В засушливый 2007 год, когда сумма активных температур была выше средних многолетних показателей предыдущего десятилетия почти на 500⁰С, был отмечен низкий запас питательных веществ в яблоках, при этом крахмал почти полностью перешел в сахара, что сказалось на лёжкости плодов. Так, у сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес были отмечены физиологические заболевания в виде загара.

Поэтому изучение особенностей формирования показателей качества плодов в зависимости от погодных условий позволит наиболее полно оптимизировать адаптивный потенциал различных сортов яблони при их хранении. Исследования по определению закономерностей изменения качественных показателей плодов в период выращивания по фазам их развития, позволяющие разработать систему мероприятий, направленную на формирование оптимальных показателей качества с учетом погодных условий, актуальны.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись плоды яблони позднего срока созревания сортов Ренет Симиренко, Айдаред, Прикубанское, Голден Делишес, выращенные в ОПХ «Центральное» (г. Краснодар). Оценка качества плодов по содержанию растворимых сухих веществ (РСВ), сахаров, титруемых кислот, витамина С осуществлялась в соответствии с «Методическими указаниями по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур» [3]; общая антиоксидантная активность (АОА) – амперометрическим

методом на приборе «Цвет Яуза 01–АА» [4]; полифенольного состава – по методике Л. И. Вигорова [5]; фарнезена – по методике Н.П. Морозовой [6].

Для выявления сортовых особенностей, исключения элементов случайности и получения объективной оценки сортов исследование химического состава проводилось не менее чем в 3-х кратной повторности.

Обсуждение результатов. По метеоданным 2006-2011 года, сумма активных температур в центральной зоне Краснодарского края в период вегетации яблони позднего срока созревания варьировала от 4215⁰С (2009 г.) до 4582⁰С (2007 г.). Осадки распространялись неравномерно – от 258 мм (2007 г.) до 354 мм (2008 г.). Наиболее сухими были 2007 и 2010 годы, гидротермический коэффициент в эти годы составлял 0,59 (2007 г.) – 0,8 относительных единиц (2009 г.). Аналогичные погодные условия отмечались в 2010 году. В эти годы содержание сухих веществ и, соответственно, сахаров при уборке урожая было выше на 20-25% (рис. 1).

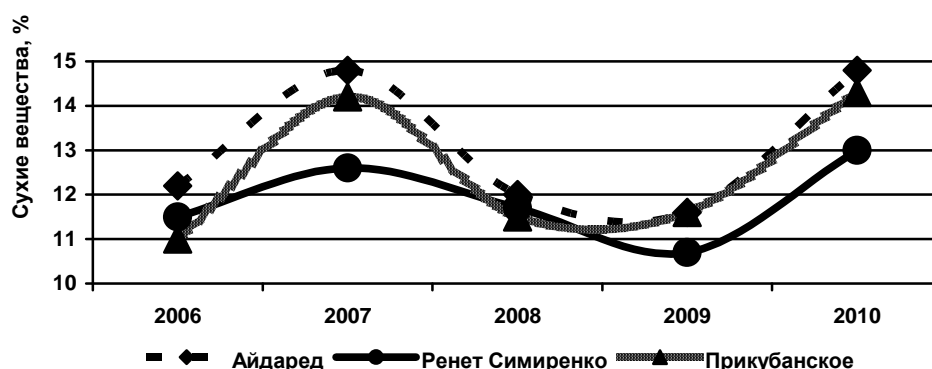


Рис. 1. Содержание сухих веществ в яблоках позднего срока созревания в зависимости от года исследований

Погодные условия 2011 года соответствовали средним показателям, характерным центральной зоне края, и количество сухих веществ в изучаемых сортах варьировало от 11,2% (сорт Корей) до 13,0% (сорт Голден Делишес) и сахаров, соответственно, от 7,8% до 9,1%.

Полученные данные позволяют установить зависимость накопления сухих веществ в яблоках конкретного сорта от суммы активных темпера-

тур (X_1), количества осадков (X_2), гидротермического коэффициента (X_3), а также от их совместного действия. Для яблок сорта Ренет Симиренко математические модели имеют вид:

$$Y = 15,04 - 5,784 \cdot 10^{-3} X_1;$$

$$Y = 5,53 + 1,71 \cdot 10^{-3} X_2;$$

$$Y = -7,614 + 2,12 \cdot 10^{-4} X_1 - 5,81 \cdot 10^{-3} X_2 - 5,52 X_3;$$

На качество и лежкость плодов оказывают влияние органические кислоты, содержание которых обусловлено как сортовыми особенностями, так и погодными условиями периода вегетации. На примере яблок сорта Ренет Симиренко установлено, что в зависимости от года исследований содержание кислот варьировало от 0,75% (в 2007 и 2010 годах) до 0,9% (в 2011 году) и 1,0% (в 2009 году) [7]. Сохранению кислот в процессе созревания плодов способствуют осадки, эта зависимость характерна в основном высококислотным сортам.

Установлено, что высокие температуры способствовали процессу декарбоксилирования яблочной кислоты (наиболее лабильной из всех органических кислот), приводящего к накоплению в плодовых тканях ацетальдегида и возникновению «загара», что согласно ГОСТу 21122-75 недопустимо для яблок высшего и первого товарных сортов [8].

Устойчивость плодов при хранении к физиологическим заболеваниям обусловлена антиоксидантной активностью (АОА) яблок, формирование которой зависит от многих показателей, в том числе – от содержания аскорбиновой кислоты, полифенолов и других соединений, повышающих устойчивость плодов к физиологическим заболеваниям при их хранении.

Накопление аскорбиновой кислоты в яблоках во многом связано с сортовыми особенностями и в пределах одного сорта может варьировать в разные годы. Сравнение данных по накоплению аскорбиновой кислоты в яблоках сорта Ренет Симиренко урожая 1985-1999 гг. показало, что сред-

нее содержание витамина С в эти годы составляло 9,3 мг/100 г, с пределами варьирования от 8,5 до 11,5 мг/100 г.

Погодные условия последних лет отражают другую закономерность, связанную с участвовавшими аномальными погодными проявлениями (высокой температурой воздуха, низким гидротермическим коэффициентом). В плодах этого сорта в последние годы в среднем отмечено 7,3 мг/100 г витамина С, при границах варьирования 5,8-9,6 мг/100 г. Максимальное его количество у данного сорта отмечено в 2011 году. Наибольшее отклонение от среднего содержания аскорбиновой кислоты наблюдалось в 2010-2011 гг. (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание аскорбиновой кислоты в яблоках позднего срока созревания в зависимости от года исследований

Годы исследований	Содержание, мг/100 г			
	Айдаред	Голден Делишес	Ренет Симиренко	Прикубанское
2006	7,8	6,5	7,8	16,8
2007	6,6	5,5	6,0	14,0
2008	7,0	6,0	6,8	15,4
2009	7,5	6,2	7,5	17,0
2010	6,5	5,2	5,8	14,8
2011	7,1	7,9	9,6	14,7
среднее	7,1	6,2	7,3	15,5

Результаты математической обработки, которая имеет вид

$$Y = 38,34 - 5,97 \cdot 10^{-4} X_1 - 7,43 \cdot 10^{-3} X_2,$$

позволили установить коэффициент регрессии ($R = -0,756$), который показывает, что высокие температуры периода вегетации оказывают отрицательное влияние на сохранность витамина С.

В процессе созревания плодов содержание аскорбиновой кислоты снижается, и чем выше температурные воздействия в период формирования плодов, тем больше потери витамина С (рис. 3).

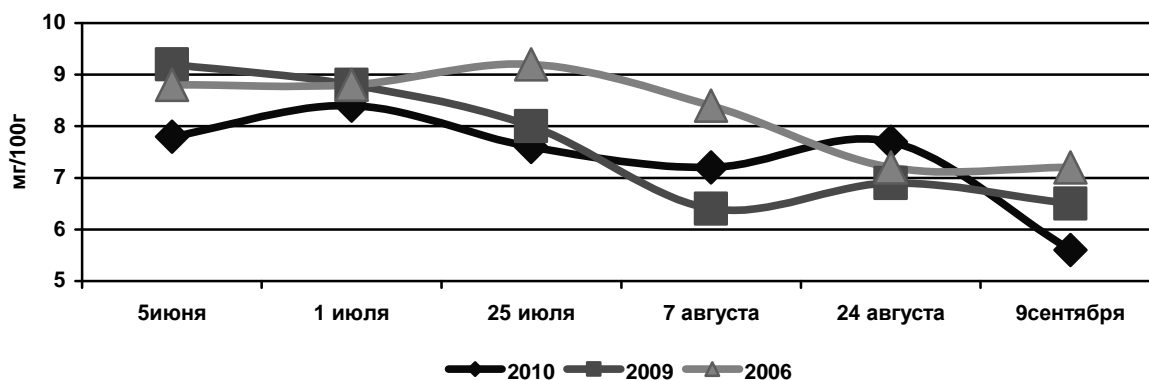


Рис. 3. Изменение содержания аскорбиновой кислоты в процессе созревания яблок сорта Ренет Симиренко

Распад аскорбиновой кислоты приводит к окислению полифенолов и, как следствие, к более значительному поражению плодов различными физиологическими заболеваниями.

Количество полифенолов в съемной зрелости яблок в 2006-2011 годах в среднем составляло 124,3 мг/100 г (Голден Делишес) – 235,5 мг/100 г (Прикубанское) (табл. 2).

Таблица 2 – Среднее содержание полифенольных веществ в съемной зрелости яблок

Сорт	Содержание полифенолов, мг/100 г		
	катехины	лейкоантоцианы	общее
Айдаред	90,8	68,8	158,3
Голден Делишес	72,2	52,5	124,3
Ренет Симиренко	99,5	70,6	192,2
Прикубанское	113,4	100,8	235,5

Максимальное количество полифенольных веществ в плодах яблони за последний период изучения было обнаружено в 2006 году, когда отмечалось сравнительно большое количество осадков на фоне невысокой для Кубани суммы активных температур.

Данные изучения содержания оксикоричных и карбоновых кислот показали, что в 2008 и 2009 в яблоках в основном содержались хлорогеновая и в небольших количествах – кофейная и галловая кислоты. В 2010 и 2011 годах в плодах была обнаружена оротовая кислота в фазу плод «лещина» и плод «грецкий орех», наличие которой в съёмной зрелости не отмечено (табл. 3).

Таблица 3 – Варьирование оксикоричных и фенолкарбоновых кислот в процессе созревания яблок, сорт Айдаред (2006-2011 гг.)

Фаза развития	Содержание кислот, мг/100 г			
	хлорогеновая	галловая	кофейная	оротовая
Плод «лещина»	17,7-16,7	0,30-1,0	2,1-2,4	0,6
Плод «грецкий орех»	15,2-13,5	0,30-0,78	1,6-2,0	0,04
40 дней до съема	14,2-13,4	0,06-0,26	0,7-0,2	-
20 дней до съема	13,9-13,2	0,01-0,12	0,4-0,09	-
Съем плодов	12,6-12,1	0,01-0,06	0,25-0,08	-

Физиологические заболевания при хранении плодов часто обнаруживаются в кожице и подкожном слое, поэтому были исследованы не только плоды, но и кожица яблок, что позволит прогнозировать возможность развития физиологических заболеваний и установить оптимальные уровни содержания естественных антиоксидантов, обеспечивающих высокую устойчивость плодов при хранении.

Так установлено, что для яблок сорта Ренет Симиренко антиоксидантная активность (АОА) должна составлять не менее 354 мг/100 г, сорта Голден Делишес – 222 мг/100 г, сортов Прикубанское – 430 и Айдаред – 290 мг/100 г (табл. 4).

На формирование АОА большое влияние оказывает сумма активных температур, с повышением которой наблюдается снижение уровня антиоксидантов. По результатам исследований установлена связь между содер-

жанием естественных антиоксидантов в кожице плодов и их лежкоспособными свойствами. Плоды с высокой антиоксидантной активностью кожицы содержат незначительное количество фарнезена и окиси фарнезена, вызывающего заболевание – загар плодов.

Таблица 4 – Изменение АОА в плодах и кожице яблок в зависимости от года исследований, сорт Ренет Симиренко

Год исследования	АОА, мг/100г	
	плоды	кожица яблок
2006	200,0	450,5
2007	148,8	324,4
2008	158,8	354,6
2009	166,0	374,2
2010	140,7	325,6
2011	192,2	336,4
среднее	167,8	361,0

Максимальное количество фарнезена перед закладкой яблок на хранение отмечено у сортов Ренет Симиренко (2,2-2,5 мк/моль на 100 см² площади исследуемых плодов) и Голден Делишес (1,95-2,05 мк/моль на 100 см²). Его окисление с образованием окиси фарнезена вызывает разрушение аскорбиновой кислоты, полифенолов, в результате чего происходит ухудшение товарных качеств яблок.

За 20 дней до съёма фарнезен в плодах сорта Ренет Симиренко присутствовал в виде следов, и при закладке на хранение его содержание составило 3,8 мкм/100 см². У сорта Прикубанское содержание фарнезена было минимальное, не превышающее 0,3 мкм/100 см².

Таким образом, торможение в плодах процессов окисления органических веществ, приводящих к «загару», можно прогнозировать при определении химического состава яблок, уровень их накопления характеризует физиологическое состояние плодов и устойчивость к развитию заболеваний.

Выводы. Разработаны математические модели формирования качества плодов, позволяющие прогнозировать оптимальное содержание сухих веществ, сахаров, кислот для уточнения сроков уборки урожая.

Установлены количественные характеристики естественных антиоксидантов в разные фазы развития плода, позволяющие проводить их корректировку некорневыми обработками препаратами, способствующими сохранению АОА.

Определен оптимальный уровень содержания естественных антиоксидантов в разные фазы развития плодов яблони. При уровне АОА в кожице плодов сорта Ренет Симиренко – 324 мг/100 г, Голден Делишес – 222, Прикубанское – 430, Айдаред – 290 мг/100 г, плоды при хранении устойчивы к развитию заболевания «загар».

Установлен оптимальный уровень содержания фарнезена в плодах при закладке их на хранение, который в условиях юга России не должен превышать у сорта Ренет Симиренко 2,2 мкм/100 см², Голден Делишес – 1,95, Айдаред – 1,5, Прикубанское – до 1,0 мкм/100 см².

Литература

1. Метлицкий, Л.В. Основы биохимии плодов и овощей / Л.В. Метлицкий.– М.: Экономика, 1976.– 347 с.
2. Причко, Т.Г. Биохимические и технологические аспекты хранения и переработки плодов яблони / Т.Г. Причко.– Краснодар, 2002.– 172 с.
3. Методические указания по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур.– Ленинград: ВИР, 1979.– 97 с.
4. Яшин, А.Я. Определение природных антиоксидантов амперометрическим методом / А.Я. Яшин // Пищевая промышленность, 2006.– №2.– С. 10-12.
5. Вигоров, Л.И. Определение полифенолов / Л.И. Вигоров // Тр. Ш Всесоюз. семинара по биологически активным веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968.– С. 480-492.
6. Морозова, Н.П. Влияние температуры на накопление фарнезена и продуктов его окисления в кожице яблок при холодильном хранении/ Н.П. Морозова, Н.А. Моисеева, И.А. Бурьянова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология.– Вып. 3.– 1980.– С. 460-465.
7. Причко, Т.Г. Влияние стресс-факторов в период вегетации на химический состав плодов яблони / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая// Сб.: Фундаментальные и прикладные разработки, формирующие современный облик садоводства и виноградарства.– Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011.– С. 308-315.
8. ГОСТ 21122-75 Яблоки свежие поздних сроков созревания. ТУ.– 11 с.