

кинская, Жар-птица, Элегантная. Наибольшей антиоксидантной активностью характеризовались сорта Жар-птица, Оранжевое чудо, Золотая осень.

Список литературы

1. *Витковский В.Л.* Плодовые растения мира. – СПб: Изд-во «Лань», 2003. – 592 с.
2. *Влащик Л.Г., Родионова Л.Я.* Методические указания к лабораторно-практической работе «Методы определения титруемой кислотности сельскохозяйственной продукции» // ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – Краснодар, 2011. – 10 с.
3. ГОСТ Р 54037-2010 Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Методические рекомендации по применению статистических методов в генетике и селекции плодовых растений / Под ред. В.Е. Перфильева. – Мичуринск, 1980. – 134 с.
6. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – 502 с.

Zhbanova E.V. Biochemical characterization of fruits from raspberry var gene pool under the circumstances of the Central Chernozem Zone (Michurinsk) // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2017. – Vol.144. – Part I. – P. 182-186.

The paper presents data for studying biochemical composition and antioxidant activity of raspberry fruits from gene pool under the circumstances the Central Chernozem Zone (Michurinsk). Varietal differences for accumulation of soluble solids, sugars, titrable acidity, ascorbic acid, anthocyanins and other components were shown. The singled out varieties are the sources of higher contents of nutrients and BAS in fruits. The following varieties are promising for improved biochemical composition: Heracl, Balsam, Zolotaya osen, Evrazia, Kokinskaya, Peresvet, Brilliantovaya, Elegantnaya.

Key words: *raspberry; varieties; biochemical composition; bioflavonoids; antioxidant properties.*

УДК 634.11:58.02

АДАПТАЦИЯ СОРТОВ ЯБЛОНИ С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПАРШЕ К ЛЕТНЕЙ ЗАСУХЕ

**Галина Константиновна Киселева, Наталья Ивановна Ненько,
Вера Владимировна Шестакова, Елена Владимировна Ульяновская,
Алла Витальевна Караваева**

ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», г. Краснодар, Россия
kubansad@kubannet.ru

Представлены результаты физиолого-биохимических исследований сортов яблони с различной устойчивостью к парше в условиях засухи. Выявлены наиболее значимые параметры, обуславливающие адаптационную устойчивость растений яблони к засухе и парше. Установлено, что повышение иммунности сорта, положительно влияет на его засухоустойчивость, повышает его экологическую пластичность.

Ключевые слова: яблоня; парша; засухоустойчивость; каротиноиды; лигнин; хлорогеновая кислота.

Введение

Яблоня является одной из наиболее распространенных плодовых культур, под которой в Северо-Кавказском регионе России занято от 60% до 95% площадей в различных зонах садоводства. Получение высоких стабильных урожаев ограничивается участвовавшими в последнее время эпифитотиями болезней, в частности парши, и засухами на фоне высоких критических температур летнего периода. В этих условиях приоритетной задачей является создание засухоустойчивых, иммунных и высоко устойчивых к парше сортов яблони.

Как показывает мировая практика, возделывание таких сортов позволит снизить пестицидную нагрузку, энергозатраты, улучшить экологическую обстановку и получить экологически безопасную продукцию с повышенными показателями качества плодов [1].

Парша (возбудитель – гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter – вредоносное заболевание яблони. Снижение урожая яблок в средней полосе России от поражения паршой составляет не менее 40%, а в отдельные годы достигает 70 – 80%. На Северном Кавказе за последние 15 лет наблюдений (2001 – 2015) отмечено 13 эпифитотий во всех зонах садоводства Северного Кавказа. Потери урожая яблок от этой болезни не менее 40%, а в годы массового распространения – теряется почти весь урожай.

Применение фунгицидов в садах против этой болезни приводит к загрязнению окружающей среды, уничтожению полезной энтомофауны, в ряде случаев – к ослаблению защитных свойств растения и зачастую небезопасно для здоровья человека. В последнее время отмечаются потеря чувствительности грибных патогенов к препаратам, а также изменение биологических особенностей возбудителей заболеваний, увеличение их вредоносности [2].

Кроме того, у многих сортов плодовых культур наблюдается тенденция снижения устойчивости к болезням, что нередко приводит к снижению устойчивости растений к абиотическим стрессовым факторам (засухе и морозам). Повышение устойчивости к неблагоприятным условиям среды обитания плодовых растений возможно лишь на основе глубокого изучения их физиологических особенностей. Физиолого-биохимические исследования иммунных и не иммунных к парше сортов яблони позволят выявить адаптационные механизмы сопряженной устойчивости сортов яблони к засухе и парше, которые будут способствовать снижению потерь и увеличению урожайности яблони в Северо-Кавказском регионе России.

Цель настоящей работы – выявить механизмы физиолого-биохимической адаптации сортов яблони с различной устойчивостью к парше к летней засухе.

Объекты и методы исследования

Физиолого-биохимические исследования проводились в 2015 – 2016 гг. на базе ОПХ «Центральное», ЦКП приборно-аналитический, лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКЗНИИСиВ. Объектами исследования служили иммунные к парше сорта яблони: Рассвет, Фортуна, Союз, Дейтон и не иммунные к парше: Родничок, Эрли Мак, Пирс.

Для оценки адаптационной устойчивости яблони к засухе и парше определяли параметры водного режима, содержание лигнина весовым методом, содержание каротиноидов – спектральным методом, хлорогеновой кислоты – методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 104 согласно методикам [3].

Анатомо-морфологические исследования проводили согласно описанной методике с использованием светового микроскопа «Olympus» BX 41 [4]. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики [5].

Результаты и обсуждение

Физиологическое состояние растений яблони в летний период оценивали по изменению биохимических показателей, отражающих функции водообмена и фотосинтеза. Выявлено, что оводненность тканей листового аппарата, содержание связанной формы воды во все месяцы вегетационного периода у иммунных к парше сортов яблони выше, чем у изучаемых не иммунных к парше сортов яблони (рис.1).

Исключение составляет не иммунный к парше сорт яблони Родничок, параметры водного режима которого приближаются к параметрам иммунных сортов поскольку он является триплоидным по происхождению, что делает его более адаптивным к засухе.

Повышенное накопление каротиноидов в неблагоприятных условиях летнего вегетационного периода необходимо для стимулирования адаптивных реакций и снижения общего стресса. Содержание каротиноидов, выполняющих стресс протекторную функцию хлорофилла от окисления молекулярным кислородом, у иммунных к парше сортов яблони составляло 2,08 – 3,74 мг/г сухого вещества; у не иммунных к парше сортов яблони 1,07 – 3,02 мг/г сухого вещества (таб.).

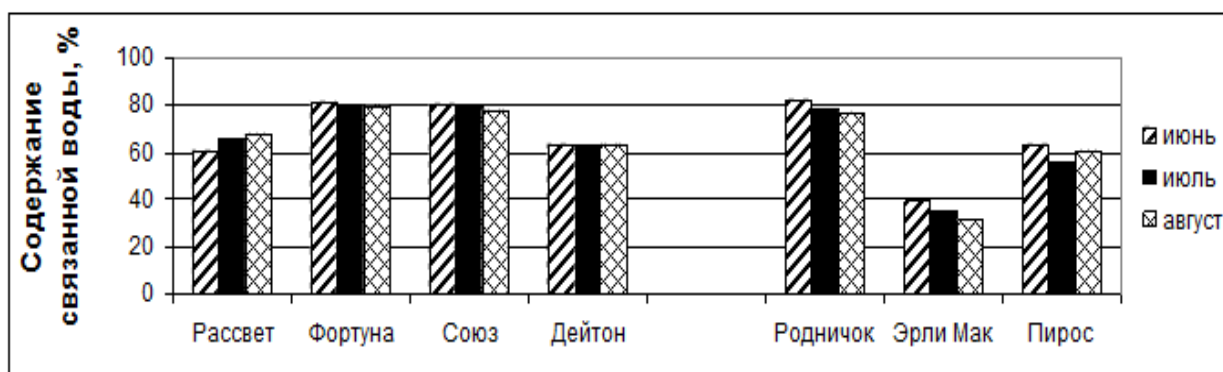


Рис. 1 Содержание связанной формы воды в листовом аппарате иммунных и не иммунных к парше сортов яблони в летний вегетационный период 2015 – 2016 гг.

Летняя засуха и экстремально высокие температуры приводят к адаптивным изменениям гормональной системы регуляции растений, происходит накопление ингибиторов роста фенольной природы, в частности хлорогеновой кислоты. Также ей отводится большая роль в устойчивости растений против патогенов, поскольку хлорогеновая кислота участвует в окислительном метаболизме, являясь предшественником лигнина. Содержание хлорогеновой кислоты у иммунных к парше сортов яблони составляло 2600,4 – 6236,1 мг/кг сухого вещества; у не иммунных к парше 1173,8 – 2453,8 мг/кг сухого вещества. Следовательно, содержание хлорогеновой кислоты в листовом аппарате иммунных сортов яблони повышает их устойчивость к поражению паршой.

К числу важнейших биохимических процессов, проявляющихся в ходе развития ответных реакций на внедрение патогенов, относится лигнификация. Содержание лигнина у иммунных к парше сортов яблони составляло 35 – 81 % от массы сырого вещества; у не иммунных к парше 19 – 33 % от массы сырого вещества.

Установлено, что биохимическая адаптация иммунных и не иммунных к парше сортов яблони к засухе обусловлена повышенным содержанием связанной формы воды и каротиноидов. Выделены наиболее значимые физиолого-биохимические показатели, обуславливающие иммунную устойчивость растений яблони к парше (содержание хлорогеновой кислоты, лигнина).

Таблица

Параметры водного режима листового аппарата иммунных и не иммунных к парше сортов яблони в летний вегетационный период 2015 – 2016 гг.

Сорта	Каротиноиды, мг/г сухого в-ва			Хлорогеновая к-та, мг/кг сухого в-ва			Лигнин, %		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
иммунные к парше									
Рассвет	2,08	2,52	2,38	2880,0	6209,1	6236,1	52	54	81
Фортуна	2,68	3,10	3,47	2923,4	3542,7	4683,2	36	53	60
Союз	2,57	3,03	3,74	2922,9	6234,8	6003,2	35	41	53
Дейтон	2,53	2,72	2,20	2600,4	4819,9	4028,1	41	45	52
не иммунные к парше									
Родничок	3,01	3,02	2,86	2453,8	2225,1	2195,7	33	32	30
Эрли Мак	1,07	1,22	1,82	1173,8	1603,2	2420,3	19	28	31
Пирос	2,31	2,66	2,21	1404,8	1818,0	1766,1	30	29	33
НСР _{0,5}	0,54	0,55	0,58	0,24	0,36	0,22	0,89	0,68	0,81

Результаты физиолого-биохимических исследований иммунных и не иммунных к парше сортов яблони согласуются с данными анатомо-морфологических исследований листовой пластинки, проведенными параллельно в эти же сроки летнего вегетационного периода. У иммунных к парше сортов яблони Фортуна, Союз и не иммунного к парше сорта Родничок, выделенных как высоко засухоустойчивые, выявлены признаки ксероморфной структуры листовой пластинки, обуславливающие устойчивость растений к засухе: увеличение толщины листовой пластинки, утолщение кутикулы и верхнего эпидермиса, увеличение толщины слоя клеток палисадной паренхимы, увеличение индекса палисадности, увеличение количества устьиц на единицу листовой поверхности, уменьшение линейных размеров устьиц.

У иммунных к парше сортов яблони Рассвет, Дейтон и не иммунного к парше сорта Пирос признаки ксероморфной структуры листовой пластинки выражены менее четко, их выделили как засухоустойчивые. Не иммунный к парше сорт яблони Эрли Мак по анатомо-морфологическим параметрам листовой пластинки выделился как не засухоустойчивый.

В результате проведения полевых исследований в садах без орошения выявлено, что повышение устойчивости сорта к парше положительно влияет на его засухоустойчивость. Отсутствие повреждения и осыпания листьев в период вегетации отмечено у иммунных к парше сортов яблони Фортуна, Союз и не иммунных к парше сортов Родничок, Пирос.

Хороший вкус и внешний вид плодов – основные составляющие коммерческих характеристик плодов яблони. Высокую дегустационную оценку вкуса плодов имели иммунные к парше сорта яблони Союз (4,9 балла), Рассвет и Фортуна (4,8 балла). Максимальную оценку внешнего вида (4,7 – 4,8 балла) имели сорта яблони Рассвет, Фортуна, Союз, Эрли Мак.

Выводы

В условиях летнего вегетационного периода 2015 – 2016 гг. выявлены механизмы физиолого-биохимической адаптации иммунных и не иммунных к парше сортов яблони к засухе. Выделены наиболее значимые физиолого-биохимические показатели метаболических процессов, участвующие в механизмах сопряженной устойчивости сортов яблони к засухе (оводненность, содержание связанной формы, пигментов) и парше (содержание лигнина, хлорогеновой кислоты, ионов кальция). У иммунных к парше сортов яблони Фортуна, Союз и не иммунного к парше сорта Родничок, выделенных как высоко засухоустойчивые, выявлены признаки ксероморфной структуры листовой пластинки, обуславливающие устойчивость растений к засухе.

Установлено, что повышение иммунности сорта, создание иммунных сортов яблони положительно влияет на его засухоустойчивость (сопряженная устойчивость) повышая его экологическую пластичность. По физиолого-биохимическим показателям сорта яблони Рассвет, Фортуна, Союз выделены как перспективные для импортозамещения в Северо-Кавказском регионе России.

Список литературы

1. *Ульяновская Е.В., Гордеева Г.В.* Новые сорта и элитные формы яблони с олигогенным и полигенным типом устойчивости к парше / Дифференцированные технологии управления устойчивостью агроэкосистем плодовых культур и винограда: научные труды СКЗНИИСиВ, Краснодар, 2016. – Т. IX. – С.52-58.

2. *Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ульяновская Е.В.* Сравнительная физиолого-биохимическая характеристика устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения к абиотическим стрессам / Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 1. – С. 29-33.

3. *Ненько Н.И., Дорошенко Т.Н., Гасанова Т.А.* Физиологические методы в адаптивной селекции плодовых культур / Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – С. 189-198.

4. *Киселева Г.К.* Анатомо-морфологическая оценка адаптивного потенциала сортов плодовых культур и винограда / Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар, СКЗНИИСиВ, 2012. – С.199-205.

5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1979. – 463 с.

Поддержано грантом №16-44-230077 р_юг_а Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

Kiseleva G.K., Nen'ko N.I., Shestakova V.V., Ulyanovskaya E.V., Karavaeva A.V. Adaptation of apple cultivars with different resistance to scab for the summer drought // Woks of the State Nikit. Botan. Gard. – 2017. – Vol.144. – Part I. – P. 186-190.

Presents the results of physiological and biochemical studies of Apple varieties with different resistance to scab in drought conditions. Identified the most significant parameters causing the adaptive resistance of Apple plants to drought and scab. It is found that increasing immunity varieties positively affects its resistance to drought, increases its ecological plasticity.

Key words: *apple; scab; drought tolerance; carotenoids; lignin; chlorogenic acid.*