

УДК 581.: 576.5 : 634.224

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ СОРТОВ ЯБЛОНИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОИДНОСТИ К ЗАСУХЕ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Ненько Н.И., д-р с.-х. наук, Киселева Г.К., канд. биол. наук
Караваева А.В., Ульяновская Е.В., д-р с.-х. наук

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

Реферат. Приведены результаты оценки степени засухоустойчивости сортов яблони различной ploидности по физиолого-биохимическим и анатомо-морфологическим параметрам для изучения адаптационных механизмов устойчивости в условиях Краснодарского края. Выявлено, что перспективные триплоидные сорта яблони Союз и Родничок обладают большей способностью адаптироваться к засухе, чем диплоидные сорта.

Ключевые слова: яблоня, засуха, ploидность, оводненность, палисадная и губчатая паренхимы

Summary. The results of evaluation of drought resistance degree of the apple tree varieties of different ploidy according to the physiological, biochemical, anatomic and morphological parameters for studying the adaptive mechanisms of apple tree stability in the conditions of Krasnodar region are given. It is revealed, that the promising triploid types of apple tree Soyz and Rodnichok possess the best ability to be adapted to drought, than the diploid varieties.

Keywords: apple-tree, drought, ploidy, water content, palisade and spongy parenchyma

Введение. В южной зоне плодоводства России создание сортов с высокой экологической пластичностью, устойчивых к лимитирующим факторам среды, в частности к летней засухе, является одним из приоритетных направлений селекции яблони [1]. Южный регион России с полным правом можно отнести к засушливым; здесь засуха представлена тремя компонентами: атмосферной, почвенной и иссушающей, высокой температурой воздуха. Одним из способов борьбы с засухой является повышение засухоустойчивости растений – сформированной в процессе эволюции или искусственного отбора способности растительного организма приспосабливаться к действию засухи и осуществлять рост, развитие и воспроизводство [2].

Выявлено, что повышение уровня ploидности положительно влияет на засухоустойчивость сортов и форм яблони. У полиплоидных сортов и форм, в отличие от диплоидов, не отмечено максимальных баллов повреждения листьев и осыпания плодов и листьев в период вегетации. Восстановление после сильной засухи оводненности листьев у полиплоидов происходит более интенсивно, так как удвоение генома растения нередко способствует усилению его адаптивных возможностей, что делает его, в данном случае, более засухоустойчивым [3].

Триплоидные и тетраплоидные сорта яблони имеют более крупные листья и замыкающие клетки устьиц, особенно в сравнении с диплоидными сортами-аналогами. Возможно, эти анатомо-морфологические особенности полиплоидов влияют на лучшую оводненность тканей листа и большую способность противостоять засухе [4]. Преобладание полиплоидных видов и форм растений в фитоценозах сухих мест обитания и в других неблагоприятных условиях произрастания свидетельствуют о том, что они отличаются физиологическими свойствами, помогающими им адаптироваться к стрессовым условиям.

Исследования приспособительных реакций полиплоидных растений к засухе необходимы не только для выяснения физиологических особенностей полиплоидных растений, но и для понимания генетических основ засухоустойчивости.

Возможности реализации адаптивного потенциала сортов яблони разной ploидности при взаимодействии с нестабильными условиями окружающей среды в интенсивных технологиях южного плодoводства изучены не полностью, что вызывает необходимость дополнительных исследований. В связи с этим цель настоящей работы – провести оценку степени засухоустойчивости сортов яблони различной ploидности по физиолого-биохимическим и анатомо-морфологическим параметрам для изучения адаптациoнных механизмов устойчивости яблони в условиях Северо-Кавказского региона.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2011-2012 гг. на базе ЗАО ОПХ «Центральное» (Краснодар). Объектами исследований служили растения яблони диплоидных сортов Рассвет, Фортуна (селекции СКЗНИИСиВ), Эрли Мак, Дейтон (Америка) и триплоидных сортов Союз, Родничок (селекции СКЗНИИСиВ). Для оценки устойчивости растений яблони к засухе в условиях летнего периода в листьях определяли содержание общей, свободной и связанной воды, пролина, пигментов [5, 6] и удельной поверхностной плотности листа [7]. Микрообъекты изучали и фотографировали с помощью микроскопа «Olympus» ВХ 41 согласно методике [8].

Обсуждение результатов. Анатомо-морфологические исследования листовой пластинки показали, что сорта яблони различной ploидности отличаются по их биометрическим показателям (табл.). Триплоидные сорта отличались большей толщиной листовой пластинки и верхнего эпидермиса, по сравнению с диплоидными. Индекс палисадности (отношение толщины палисадного к губчатому слою) у диплоидов составлял от 1,01 у сорта Фортуна до 1,26 у сорта Рассвет; у триплоидов – от 1,54 у сорта Родничок до 1,59 у сорта Союз.

Таблица 1 – Биометрические показатели листовой пластинки сортов яблони различной ploидности в летние месяцы вегетациoнного периода, 2012 г.

Сорт	Параметры листовой пластинки, мк				
	общая толщина листовой пластинки	толщина палисадного слоя	толщина губчатого слоя	индекс палисадности	толщина верхнего эпидермиса
диплоиды (2n=2x)					
Рассвет	138,4	71,2	56,4	1,26	10,8
Фортуна	134,0	62,4	61,5	1,01	10,1
Эрли Мак	130,7	62,3	58,4	1,06	10,0
Дейтон	132,1	64,9	57,1	1,13	10,1
триплоиды (2n=3x)					
Союз	173,0	99,6	62,3	1,59	11,1
Родничок	174,1	98,9	64,2	1,54	11,0
НСР 0,95	19,9	17,2	3,02		0,48

Наименьший индекс палисадности отмечен у диплоидного сорта Фортуна и равен 1,01; наибольший – у триплоидного сорта Союз и равен 1,59. Чем больше индекс палисадности, тем более засухоустойчив лист. Длина замыкающих клеток устьиц варьировала у диплоидов от 54 мк у сортов Фортуна и Дейтон до 56 мк у сорта Эрли Мак; у триплоидов – от 52 мк у сорта Союз до 53 мк у сорта Родничок. Количество устьиц варьировало у диплоидов от 204 штук на 1 мм² листовой поверхности у сорта Фортуна до 229 у сорта Дейтон; у триплоидов – от 226 штук на 1 мм² листовой поверхности у сорта Союз до 278 на 1 мм² листовой поверхности у сорта Родничок. Триплоиды отличались меньшими разме-

рами замыкающих клеток устьиц и большим количеством устьиц на единицу площади листовой поверхности (табл. 2).

Таблица 2 – Биометрические показатели устьичного аппарата сортов яблони различной плоидности в летние месяцы вегетационного периода, 2012 г.

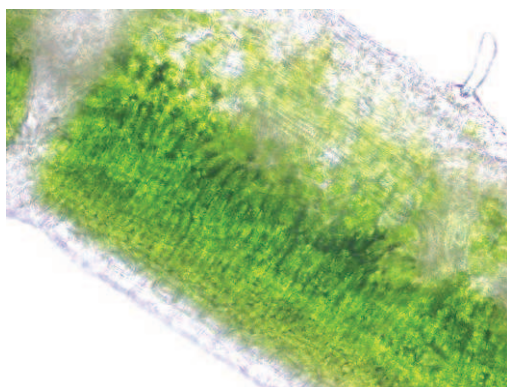
Сорт	Длина устьиц, мк	Ширина устьиц, мк	Количество устьиц, шт./мм ²
диплоиды (2n=2x)			
Рассвет	55	33	205
Фортуна	54	31	204
Эрли Мак	56	34	224
Дейтон	54	32	229
триплоиды (2n=3x)			
Союз	52	30	266
Родничок	53	28	278

У триплоидных сортов яблони Союз и Родничок выявлены ксероморфные признаки листовой пластинки, связанные с засухоустойчивостью: увеличение толщины листовой пластинки, утолщение верхнего эпидермиса, увеличение толщины слоя клеток палисадной паренхимы, увеличение количества устьиц на единицу листовой поверхности, уменьшение линейных размеров устьиц (рис. 1, 2).

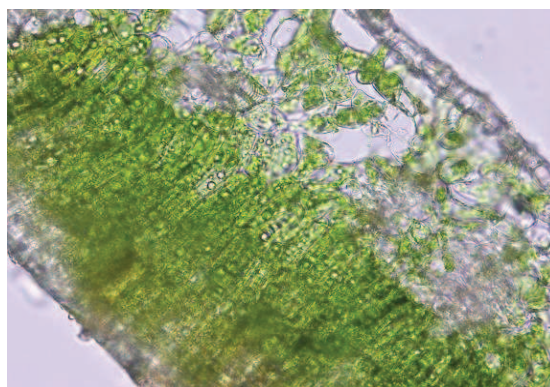
Результаты анатомо-морфологических исследований согласуются с данными физиолого-биохимических исследований. У триплоидных сортов Союз и Родничок, в отличие от диплоидных (Рассвет, Фортуна, Эрли Мак, Дейтон), оводненность тканей листа во время воздействия жары и засухи в летний период снижается меньше.

Содержание связанной воды у триплоидных сортов почти во все месяцы вегетационного периода больше, чем у диплоидных (рис. 3).

В период засухи у триплоидных сортов Союз и Родничок отмечено повышенное содержание пролина, обладающего свойствами осмопротектора при адаптации. Так, у сорта Союз в августе содержалось 272,9 мг/кг пролина, а у сорта Родничок в июне – 99,2 мг/кг. У диплоидных сортов отмечено пониженное содержание пролина в течение летнего периода вегетации. У сорта Рассвет в июле его содержание 21,60 мг/кг, у сорта Эрли Мак в августе – 12,9 мг/кг

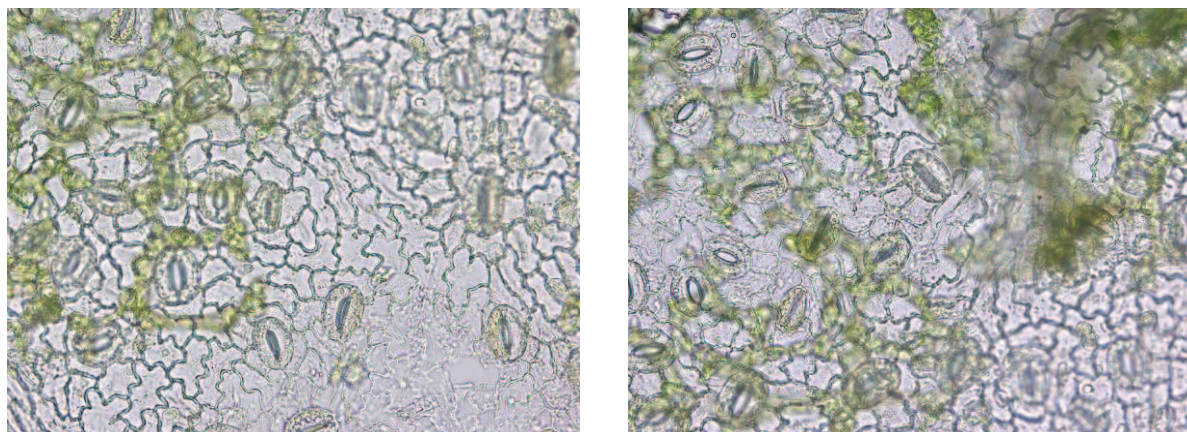


Сорт Дейтон (2n=2x)



Сорт Родничок(2n=3x)

Рис. 1. Микрофото поперечного среза листовой пластинки сортов яблони различной плоидности (увеличение 10x40)



Сорт Дейтон (2n=2x)

Сорт Родничок(2n=3x)

Рис. 2. Микрофото устьичного аппарата с нижнего эпидермиса листовой пластинки сортов яблони различной плоидности (увеличение 10x80)

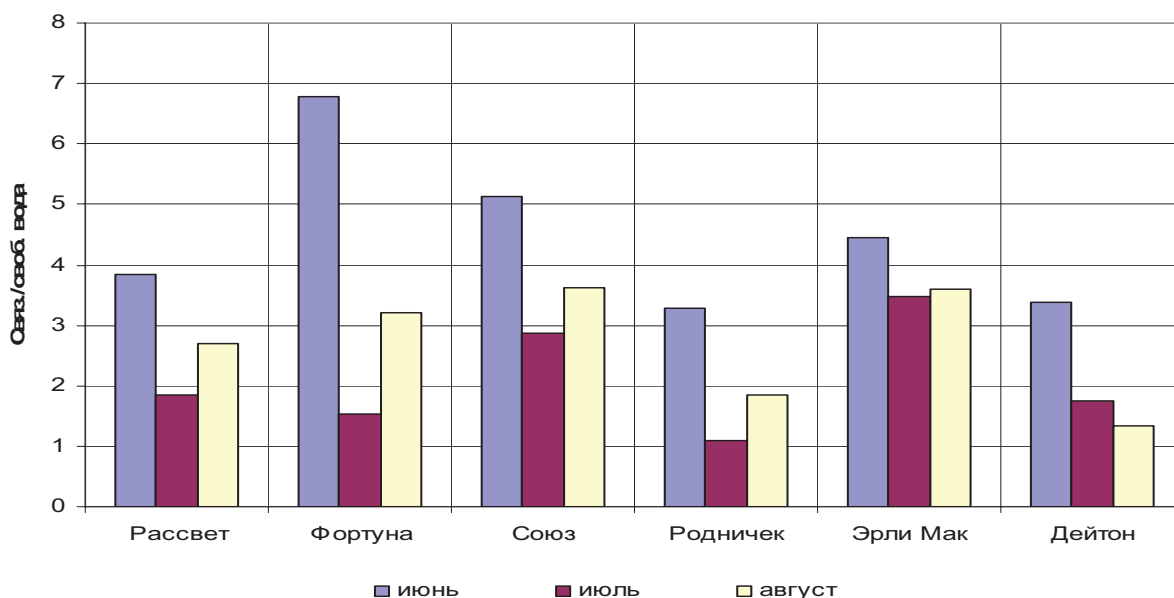


Рис. 3. Динамика соотношения содержания связанной и свободной форм воды в листьях яблони различной плоидности, 2012 г.

Таким образом, способность накапливать пролин во время засухи у триплоидных сортов яблони является генетически обусловленным признаком. Установлена положительная корреляционная зависимость между содержанием связанной формы воды и пролина. Коэффициент корреляции составлял: в июне – $r = 0,38$; в июле – $r = 0,52$; в августе – $r = 0,61$.

В условиях летнего периода 2012 года следует отметить снижение плотности листьев у сортов селекции СКЗНИИСиВ на $0,04 \text{ г/см}^2$ (Рассвет), $0,12 \text{ г/см}^2$ (Родничок) и сорта Дейтон ($0,10 \text{ г/см}^2$), что характеризует более эффективное использование пластических веществ (рис. 4).

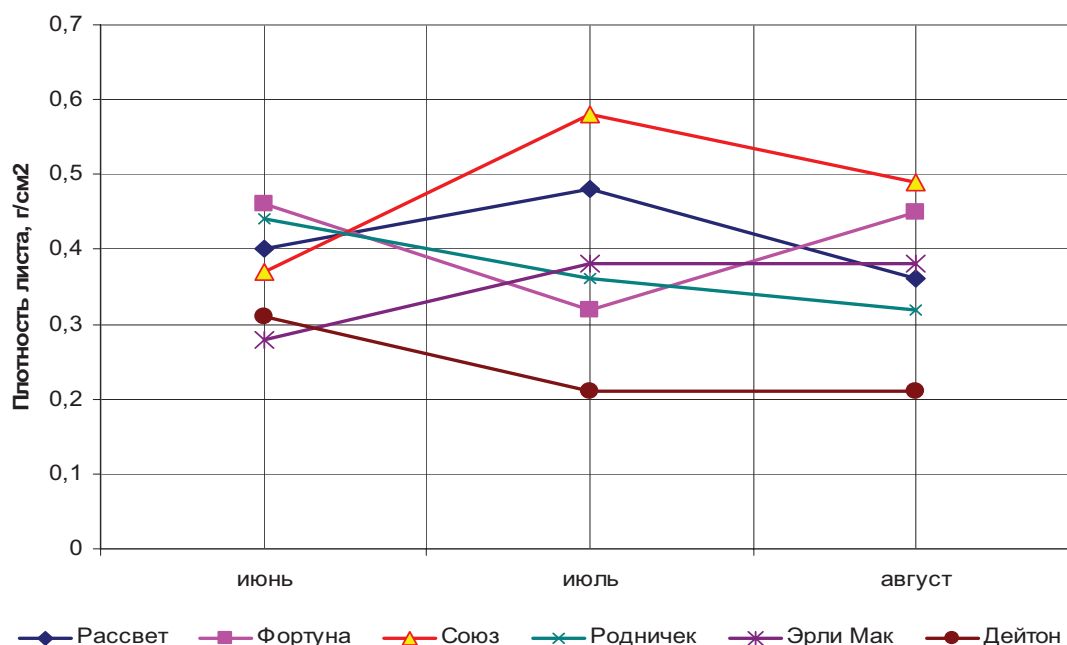


Рис. 4. Плотность листьев яблони сортов различной плоидности в условиях летнего периода, 2012 г.

Активность фотосинтетического аппарата яблони – один из параметров, наиболее чувствительных к высокотемпературному стрессу. Триплоидные сорта яблони Союз и Родничок проявляли более высокую фотосинтетическую активность во все месяцы летнего периода.

В отличие от них изучаемые диплоидные сорта содержали меньше хлорофилла и больше каротиноидов. У триплоидного сорта Родничок сумма хлорофиллов **a** и **b** в августе составляла 5,78 мг/г на г сухого вещества, а каротина – 3,63 мг/г на г сухого вещества. У диплоидного сорта Эрли Мак сумма хлорофиллов **a** и **b** в июле составляла 2,34 мг/г на г сухого вещества, а каротина – 1,29 мг/г на г сухого вещества.

Выводы. Установлено, что триплоидные сорта яблони Союз и Родничок обладают более высокой способностью адаптироваться к меняющимся условиям водоснабжения, чем изучаемые диплоидные сорта. У триплоидов отмечены меньшие отрицательные последствия летнего периода и более быстрое восстановление физиологических функций после засухи; больше связанной воды в тканях, пролина, устойчивее пигментная система, высокая оводненность и водоудерживающая способность в условиях летних экстремальных температур. Анатомио-морфологическими исследованиями выявлены признаки ксероморфной структуры листовой пластинки. Следовательно, увеличение плоидности растений, создание триплоидных форм может привести к получению растений, более устойчивых к действию экстремальных условий среды.

Литература

1. Ненько, Н.И. Физиолого-биохимические особенности адаптации яблони к засухе в интенсивных насаждениях в условиях Северо-Кавказского региона / Н.И. Ненько, Г.К. Киселева, А.В. Караваева [и др.] / Расширенное заседание Ученого совета ГНУ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии по проблемам интенсивного садоводства, посвященное 100-летию со дня рождения Гавриила Владимировича Трусовича. - 6 июля 2010, Краснодар, СКЗНИИСиВ.- С. 92-97.

2. Ульяновская, Е.В. Полиплоидия в создании адаптивных сортов яблони для садовых ландшафтов юга России / Е.В. Ульяновская, Л.И. Дутова, Т. Н. Дорошенко // Современные проблемы научного обеспечения отраслей «Садоводство и виноградарство на пороге XXI века». – Краснодар. – 1999. – С. 51-54.
3. Дорошенко, Т.Н. Устойчивость разнохромосомных форм яблони к биотическим и абиотическим стресс-факторам среды / Т.Н. Дорошенко, Л.И. Дутова, Е.В. Ульяновская // Научные основы устойчивого садоводства в России. – Мичуринск. – 1999. – С. 55-57.
4. Ульяновская, Е.В. Новые формы яблони, устойчивые к основным стрессорам южного региона / Е.В. Ульяновская, Е.Н. Седов, Л.И. Дутова [и др.] // Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России: Сб науч. статей. – Орел: ВНИИСПК, 2008. – С. 263-265.
5. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 306 с.
6. Ненько, Н.И. Физиологические методы в адаптивной селекции плодовых культур / Н.И. Ненько, Т.Н. Дорошенко, Т.А. Гасанова // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар. – СКЗНИИСиВ. – 2012. – С. 189-198.
7. Кошкарлова, В.П. Удельная плотность листьев и возможности ее использования для характеристики светолюбия растений / В.П. Кошкарлова // Биогеофизические и математические методы исследования геосистемы. – М. – 1978. – 121 с.
8. Киселева, Г.К. Анатомо-морфологическая оценка адаптивного потенциала сортов плодовых культур и винограда / Г.К. Киселева // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар. – СКЗНИИСиВ. – 2012. – С. 199-205.