

## **Определение относительной устойчивости сортов абрикоса к кислотному стрессу по показателю антиоксидантной активности ткани листа**

О.Е. Клименко, кандидат сельскохозяйственных наук

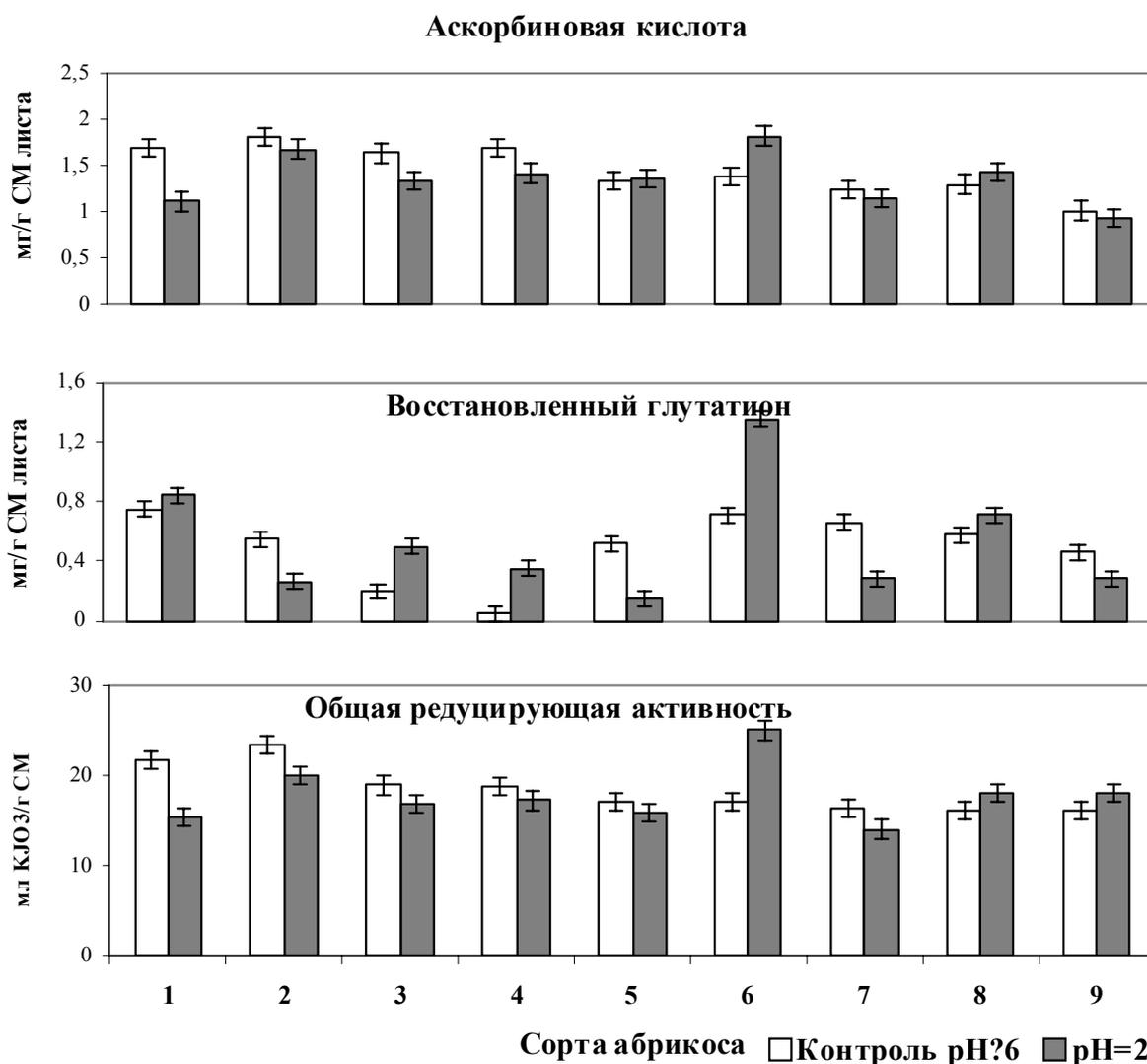
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, Ялта, АР Крым

*Вивчено вплив кислотного стресу на состав деяких антиоксидантів абрикоса. Запропоновано показник антиоксидантної активності тканини листа. Визначено відносну стійкість сортів абрикоса до кислотного стресу.*

Реакция растения на стресс зависит от активности системы антиоксидантной защиты, которая определяется возрастом, периодом вегетации, а также адаптивными возможностями организма. Способность растения противостоять кислотному стрессу (КС) зависит от активности его антиокислительной системы, к которой относятся окислительно-восстановительные ферменты, глутатион (ГТ), аскорбиновая кислота (АК) и др. [3, 7]. Плодовые растения в целом чувствительны к загрязнению воздуха, но могут отличаться по устойчивости друг от друга [6]. Однако антиокислительная система этих растений в условиях окислительного стресса практически не изучена [2, 8].

В связи с этим **целью наших исследований** было установить воздействие искусственного кислотного стресса на содержание некоторых компонентов антиоксидантной системы растений абрикоса, чтобы использовать один из них для оценки относительной устойчивости сортов к окислительному стрессу.

В исследование были включены восемь сортов абрикоса (*Armeniaca vulgaris* Hill) из различных эколого-географических групп, различающиеся по устойчивости к неблагоприятным экологическим условиям и имеющие разные сроки созревания. Подвой – абрикос. Возраст растений 12–14 лет. Условия кислотного стресса моделировали путем опрыскивания ветвей первого порядка плодоносящих деревьев абрикоса раствором серной кислоты с  $\text{pH} = 2$ , приготовленном на дистиллированной воде. Объем искусственного дождя составил 2 мм на протяжении 3 часов. Листья отбирали через 3 дня после обработки кислотой. Контролем служили деревья, опрыснутые дистиллированной водой с  $\text{pH} \approx 6$ . Для анализа использовали молодые листья с верхушек однолетних побегов, которые отбирали в период интенсивного роста побегов. В гомогенате из листьев определяли содержание АК, восстановленного глутатиона (ВГТ) и общей редуцирующей активности (ОРА) ткани как суммы веществ, способных восстанавливать свободный йод при взаимодействии с  $\text{KIO}_3$  в кислой среде. Субстраты анализировали методом Петта в модификации Прокошева [5]. Повторность опыта трехкратная. Данные обработаны статистически, достоверным принят 95%-й уровень вероятности.



**Рис. 1. Концентрация аскорбиновой кислоты, восстановленного глутатиона и общей редуцирующей активности ткани листа абрикоса в условиях кислотного стресса: 1 – Старк ранний оранжевый; 2 – Олимп; 3 – Табу; 4 – Хендерсон; 5 – Крымский амур; 6 – Еревани; 7 – Крымский медунец; 8 – Костинский; 9 – Выносливый**

Результаты свидетельствуют о том, что концентрация АК в листьях исследованных сортов абрикоса в контроле колебалась от 1,02 до 1,81 мг/г сырой массы (СМ) листа в зависимости от сорта (рисунок). В целом по породе содержание АК составило 1,46 мг/г СМ. У сортов Старк ранний оранжевый, Олимп, Табу и Хендерсон ее содержание было выше, чем в среднем по породе, а у сортов Крымский амур, Костинский и Еревани – несколько ниже. Наименьшая концентрация аскорбата в листьях обнаружена у сорта Выносливый – 1,02 мг/г СМ.

Кислотный стресс вызывал снижение концентрации АК у большинства исследованных сортов абрикоса, наиболее значительное у сорта Старк ранний оранжевый – до 0,58 мг/г СМ листа. У сортов Крымский амур, Костинский и Еревани она, наоборот, возрастала, особенно значительно у последних двух.

Концентрация восстановленного глутатиона в листьях абрикоса колебалась от 0,05 до 0,75 мг/г СМ и среднее по всем сортам составило 0,50 мг/г СМ (рисунок). Большинство сортов имели концентрацию этого субстрата, близкую к средней по породе, и только у сортов Старк ранний оранжевый и Еревани она достигала 0,75 и 0,71 мг/г СМ соответственно. Самой низкой она была у сортов Табу и Хендерсон (0,20 и 0,05 мг/г СМ соответственно).

Под влиянием КС концентрация ВГТ в тканях листа могла как увеличиваться у сортов Старк ранний оранжевый, Хендерсон, Костинский и Еревани, так и снижаться. Наиболее значительно у гибридных сортов Крымский Медунец, Олимп и Крымский амур.

ОРА ткани листа абрикоса в контроле была, как правило, выше у сортов раннего срока созревания: Старк ранний оранжевый, Олимп, Табу и Хендерсон. У более поздних сортов гибридной группы (Крымский Медунец и Костинский), где одним из родителей был сорт Еревани, ОРА составила 16–17 мл КЮ<sub>3</sub>/г СМ листа.

При стрессе содержание ОРА в тканях листа существенно и достоверно снизилось у сортов раннего срока созревания: Старк ранний оранжевый и Олимп. Это было связано в основном со снижением концентрации АК при стрессе. У сортов Костинский (Выносливый × Еревани) и Еревани, как у близких родственников, наблюдалось увеличение ОРА ткани листа за счет значительного увеличения концентрации АК и ВГТ. Это может быть связано с большей устойчивостью этих сортов к кислотному стрессу, согласно мнению В.П. Бессоновой с соавторами [1, 2].

В связи с тем, что у различных сортов абрикоса содержание субстратов антиокислительной системы при стрессе могло как снижаться, так и увеличиваться, мы рассчитали степень изменения ОРА ткани листа при стрессе как интегрирующего показателя антиоксидантной защиты организма и выразили ее через показатель антиоксидантной активности ткани при кислотном стрессе (Паоа).

### **Относительная устойчивость сортов абрикоса к кислотному стрессу\***

Сорт	Срок созревания	Паоа	Группа устойчивости
Старк ранний оранжевый	1 декада июля	71	Чувствительный
Крымский медунец	2 декада июля	86	Слабоустойчивый
Олимп	2 декада июля	86	->-
Табу	2–3 декада июля	89	->-
Хендерсон	3 декада июля	91	->-
Крымский амур	3 декада июля	93	->-
Выносливый	3 декада июля–1 декада августа	97	->-
Костинский	2 декада июля	112	Среднеустойчивый
Еревани	2 декада июля	146	->-

\* – сроки созревания сортов приведены для степной зоны Крыма.

Паоа = ОРА при стрессе : ОРА в оптимальных условиях × 100.

Чем выше этот показатель, тем устойчивее, активнее антиоксидантная система организма при кислотном стрессе [4]. В нашем случае его значения колебались от 71 до 146 единиц (таблица).

Все исследованные сорта абрикоса условно подразделили на 3 группы относительной устойчивости. В группу чувствительных с Паоа менее 80 единиц вошел только сорт Старк ранний оранжевый, который оказался одним из рано созревающих в группе изученных сортов. Это подтверждает положение о том, что сорта растений, которые рано созревают, являются более чувствительными к КС [3]. В группу слабоустойчивых вошло большинство исследованных сортов. Их показатели антиоксидантной активности колебались от 86 до 97 единиц.

Сорта Костинский и Еревани отнесены нами в группу среднеустойчивых к КС. Они имеют Паоа более 100. Сорт Еревани наиболее относительно устойчив в данной группе сортов. Гибриды с участием сорта Еревани в качестве материнской формы по-разному реагировали на кислотный стресс. Так, сорт Костинский, полученный от скрещивания сортов Выносливый на Еревани, занял среднее положение между родительскими формами по реакции на кислотный стресс и получил Паоа, равный 112 баллам. Сорта этой гибридной семьи Крымский медунец (Степняк × Еревани) и Олимп (Выносливый × Еревани) имели меньшую устойчивость к стрессу и одинаковый Паоа, равный 86.

### **Выводы**

1. Установлено, что реакция растений абрикоса на кислотный стресс определяется генотипом. У одних исследованных сортов при стрессе происходит снижение содержания АК и ОРА ткани листа (Старк ранний оранжевый, Крымский Медунец, Олимп), у других – увеличение (Выносливый, Костинский, Еревани).

2. Выявлено, что степень изменения ОРА ткани листа при кислотном стрессе может служить показателем антиоксидантной активности. Сорта абрикоса подразделены на 3 группы относительной устойчивости по этому показателю. Наиболее устойчивыми к КС признаны сорта Выносливый, Костинский и Еревани, наиболее чувствительными – сорта Старк ранний оранжевый и Олимп.

### **Библиография**

1. Бессонова В.П. Вплив забруднення довкілля SO<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>S на вміст аскорбінової кислоти та глутатіону в корі пагонів різних за морозостійкістю троянд в осінньо-зимовий період / В.П. Бессонова, О.В. Дубова, О.Є. Іванченко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – № 2. – С. 6–10.

2. Бессонова В.П. Вплив техногенних умов на вміст аскорбінової кислоти та глутатіону в листках різних рослин / В.П. Бессонова, Ж.Т. Козюкіна, І.І. Лиженко // Україн. ботан. журнал. – 1989. – Т. 46, № 3. – С. 83–85.

3. *Клименко О.Е.* Кислотные осадки и рост персика / *О.Е. Клименко, Н.И. Клименко* // Вопросы биоиндикации и экологии. – Запорожье, 1999. – С. 55–60.

4. *Клименко О.Е.* Изменение элементов антиоксидантной системы растений персика как тест-фактор кислотного стресса / *О.Е. Клименко, Н.И. Клименко, Т.А. Лацко* // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2004. – № 4. – С. 163–168.

5. Практикум по физиологии растений / Под ред. проф. *И.И. Гунара*. – М. : Колос, 1972. – 168 с.

6. *Bell J.N.B.* Air pollution and plant life / *J.N.B. Bell, M. Treshow*; [ed. *M. Treshow*]. – Second ed. – West Sussex, England: J. Wiley & Sons. – 2002. – 465 p.

7. *Halliwell B.* Superoxide Dismutase / *B. Halliwell*; [ed. *L.W. Orlley*] // The toxic effects of oxygen on plant tissues. – London : CRC Press. Boca Ration, 1982. – V. 1. – P. 89–123.

8. Effects of simulated rain acidity on the chemical composition of apple fruit / *C. Rinallo, G. Modi, A. Ena, R. Calanassi* // J. Hort. Sci. – 1993. – V. 68, № 2. – P. 275–280.