

УДК 634.11: 634.1.03: 581.174

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ АНТОЦИАНОВ В КОРЕ  
ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ ЗЕЛЕНОЛИСТНЫХ И КРАСНОЛИСТНЫХ  
КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ**

**Тарова Зинаида Николаевна**

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

TarovaZ@mail.ru

**Дубровский Максим Леонидович**

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией

**Чурикова Наталия Леонидовна**

кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник

**Гречушкина Кристина Сергеевна**

магистрант

**Кухтиков Виталий Валерьевич**

магистрант

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Изучены особенности накопления антоциановых пигментов у зеленолистных и краснолистных форм клоновых подвоев яблони в условиях Мичуринского района Тамбовской области. Отмечено, что подбор подвойного компонента, усиливающего стрессоустойчивость культурного сорта, остается актуальной задачей, а использование клоновых подвоев с повышенным синтезом антоцианов в определенной степени позволит повысить зимостойкость привитых сортов.

**Ключевые слова:** яблоня, клоновые подвои, антоцианы, зимостойкость.

**Введение.** Клоновые подвои яблони, полученные в результате многолетней селекции коллективом ученых ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, не только обладают комплексом хозяйственно-ценных признаков, которые позволили им получить широкое признание среди садоводов-практиков. Их особенностью являются и разительные морфо-физиологические отличия, в частности – различная окраска вегетативных и генеративных органов [14]. Многие формы имеют окраску, характерную для привычных глазу культурных сортов – зеленую. На практике их называют «зеленолиственными» – 71-3-150, 75-12-23, 76-16-11, 76-23-2, 83-1-15 2-9-49, 5-21-27, 5-21-93 и др. Другие формы приобрели в процессе скрещивания гены яблони Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana* Dieck., или *M. pumila* var. *niedzwetzkyana* Hemsl.), ткани которой интенсивно окрашены антоцианами. Этот вид яблони является генетическим источником данного признака антоциановой окраски, которую от него унаследовали клоновые подвои Парадизка Будаговского (ПБ, за рубежом более известная, как В9), 54-118, 62-396, 76-4-4, 76-6-6 (Малыш Будаговского), 98-7-77, 2-12-10, 5-27-1, 3-4-7 и другие. В результате многолетней направленной селекционной работы получено более 3000 ценных гибридов рода *Malus* Mill., в том числе отдаленных. В настоящее время в маточнике конкурсного изучения ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ находится более 150 форм яблони, проходящих отбор по комплексу хозяйственно-биологических признаков, которые необходимы для использования подвоев в условиях интенсивного производства [1, 2, 8, 10, 12].

Ретроспективный анализ климатических условий региона показывает, что условия перезимовки для плодовых растений в последние пятнадцать лет сильно изменились в сторону увеличения количества и глубины оттепелей и существенного возрастания нестабильности термического режима [3]. Растения обладают различными приспособительными механизмами, которые направлены на преодоление и защиту от повреждающих факторов: покой при неблагоприятных условиях, структурные приспособления, особенности анатомического строения, физиологические приспособления и др. К числу

таких приспособлений, связанных с выработкой веществ, выполняющих защитные функции, относят синтез фенольных соединений. Этим соединениям отводят роль стресспротекторов. В литературе есть сообщения, что антоцианы, относящиеся к группе фенольных соединений, обладают стресспротекторным свойством в отношении излучения, температурных факторов, гипоксии и других стрессовых воздействий [5, 6, 9, 15, 16].

В работах профессора Г.С. Усовой есть указания на противоречивость мнений, касающихся устойчивости антоцианосодержащих растений к пониженным температурам. Автор объясняет это тем, что сравниваются между собой популяции или даже виды. В результате исследований, которые были проведены в Мичуринском ГАУ профессором Г.С. Усовой и её учениками с мутантными зеленолиственными клонами краснолистных слаборослых клоновых подвоев яблони, было установлено, что такие формы (зеленолистные) являются менее морозостойкими [15]. В публикациях ученых Мичуринского ГАУ приводится немало фактов влияния подвоя на привитой сорт, в том числе на накопление пигмента. Причем в испытании использовались как мутантные формы одного подвоя, так и разные по происхождению и генотипу формы клоновых подвоев яблони [2, 15, 4].

**Цель исследований** – изучение особенности накопления антоцианов в коре однолетних побегов зеленолистных и краснолистных клоновых подвоев яблони и привитых на них сортов.

**Объекты и методика исследований.** В работе были использованы указания, изложенные в «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», авторских методических рекомендациях [7, 11]. Содержание антоцианов определяли по методике М.А. Соловьевой [13].

Объектами исследования служили формы клоновых подвоев яблони разных лет селекции с различным проявлением антоциановой окраски: краснолистные – Парадизка Будаговского (ПБ), 54-118, 62-396, 76-6-6 (Малыш Будаговского, МБ), 98-7-77, 3-4-7; зеленолистные – 76-16-11, 76-23-2, 83-1-15, 2-3-14, 2-3-49, 2-9-49, 2-15-15, 5-21-93, а также районированные сорта

Антоновка обыкновенная и Мелба.

### Результаты исследований

В соответствии с избранной методикой количественное определение пигмента в коре различных генотипов клоновых подвоев яблони проводили в период прохождения растениями глубокого и вынужденного покоя в течение ряда лет (таблица 1).

Таблица 1

Накопление антоциановых пигментов в коре различных форм клоновых подвоев яблони (2015-2019 гг., мг/смг)

Подвойные формы	Месяцы						
	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
<b>Краснолистные</b>							
ПБ	45,0	60,0	77,0	75,0	77,0	65,0	60,0
54-118	95,5	125,0	150,0	150,0	155,0	135,0	110,0
62-396	47,0	50,0	77,0	67,0	65,0	50,0	57,0
МБ	53,0	55,0	65,0	75,0	75,0	70,0	65,0
98-7-77	115,0	120,0	160,0	162,0	137,0	100,0	125,0
3-4-7	65,0	95,0	138,0	145,0	110,0	111,0	115,0
<b>Зеленолистные</b>							
76-16-11	45,0	68,0	81,0	85,0	88,0	75,0	55,0
76-23-2	22,0	40,0	45,0	40,0	42,0	47,0	22,0
83-1-15	15,0	21,0	35,0	35,5	36,5	25,0	25,5
2-3-14	18,5	18,0	14,0	35,0	48,0	42,0	44,0
2-3-49	14,0	35,0	36,0	38,0	21,0	25,5	21,0
2-9-49	56,0	57,5	67,0	48,0	81,0	43,5	42,0
2-15-15	12,0	18,0	25,0	59,0	42,0	33,0	28,0
5-21-93	28,0	55,0	87,0	94,0	75,5	77,0	83,0

Учитывая данные многолетних исследований, можно отметить, что показатель содержания пигментов группы антоцианов в коре побегов очень динамичный и подвержен влиянию погодных условий месяца, когда отбирались пробы, условий вегетационного периода и периода зимовки [16]. В целом, видна динамика увеличения количества пигмента с наступлением периода низких температур (ноябрь-декабрь). Группа зеленолистных форм накапливает антоцианов меньше, чем такие краснолистные подвойные формы как 54-118, 98-7-77, 3-4-7. Однако зеленолистные формы 76-16-11, 2-9-49, 5-21-93 синтезируют пигмента в коре на уровне или даже больше отдельных краснолистных подвоев, таких как ПБ, 62-396, МБ. Наиболее низкое содержание пигмента отмечено в начале осени у форм 83-1-15, 2-3-14 и 2-15-15

– 12,0-18,5 единиц. В течение зимнего периода количество пигмента у формы 2-15-15 возрастает почти в 5 раз – с 12 до 59 единиц, тогда как у формы 83-1-15 чуть более чем в два раза – с 15 до 36,5 единиц.

По результатам исследований зимостойкости и морозостойкости исследуемых клоновых подвоев яблони, основная группа генотипов относится к зимостойким и высокозимостойким [9]. Интерес представляет влияние подвоя на формирование зимостойкости привитого сорта. Методика определения содержания пигментов в коре с целью косвенной оценки зимостойкости была предложена для культурных сортов яблони, не обладающих фенотипическим проявлением антоциановой окраски [13]. Наши наблюдения показывают, что прививка сорта на подвой с высоким содержанием пигмента в коре побега приводит к тому, что содержание пигмента возрастает и в коре привитого сорта (таблица 2).

*Таблица 2*

Накопление антоцианов в коре побегов клоновых подвоев и сорто-подвойных комбинаций яблони (мг/смг)

Объекты	2019		2020	
	октябрь	ноябрь	сентябрь	октябрь
<b>Малыш Будаговского (МБ)</b>	<b>59,5</b>	<b>72,5</b>	<b>70,0</b>	<b>70,5</b>
Антоновка обыкновенная / МБ	31,5	65,0	31,0	37,0
Мелба / МБ	33,0	53,0	28,0	44,0
<b>62-396</b>	<b>62,5</b>	<b>65,0</b>	<b>50,5</b>	<b>51,5</b>
Антоновка обыкновенная / 62-396	39,5	65,5	30,0	38,5
Мелба / 62-396	38,0	61,0	31,0	37,5
<b>83-1-15</b>	<b>15,5</b>	<b>20,5</b>	<b>16,0</b>	<b>19,0</b>
Антоновка обыкновенная / 83-1-15	25,5	37,0	20,0	25,5
Мелба / 83-1-15	24,0	35,0	30,0	33,0
<b>98-7-77</b>	<b>110,0</b>	<b>125,0</b>	<b>120,0</b>	<b>118,0</b>
Антоновка обыкновенная / 98-7-77	41,0	72,0	35,0	46,0
Мелба / 98-7-77	39,5	60,0	32,0	44,0

Усиление синтеза антоциановых пигментов рассматривается учеными как неспецифическая реакция растений в ответ на стрессовые условия среды [6]. Есть данные, что антоцианы в растительном организме могут

взаимодействовать с молекулами других веществ, выполняющих протективную функцию, тем самым дополнительно усиливая защитные механизмы растений [5, 6]. Таким образом, подбор подвойного компонента, усиливающего стрессоустойчивость культурного сорта, остается актуальной задачей, а использование подвоев с повышенным синтезом антоцианов в определенной степени позволит повысить зимостойкость привитых сортов.

**Заключение.** Всесторонняя оценка новых форм клоновых подвоев яблони позволит ученым и практикам сократить время на поиск подходящих для каждой зоны и технологии привойно-подвойных комбинаций. При включении в испытание клоновых подвоев яблони в саду предпочтение стоит отдавать формам, склонным к повышенному синтезу пигментов антоцианов, так как, оказывая влияние на биохимические процессы, происходящие в привое, подвойная форма будет способствовать усилению устойчивости привитого компонента.

При оценке подвоев необходимы биохимические исследования особенностей метаболизма, так как внешние проявления наличия эндогенных антоцианов (краснолиственность-зеленолиственность) не всегда позволяют полно оценить степень их накопления в запасающих и проводящих тканях.

*Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства сельского хозяйства РФ на 2020 г. по теме: «Селекция зимостойких слаборослых клоновых подвоев яблони с использованием молекулярных маркеров и культуры соматических тканей in vitro» (№ АААА-А20-120011690041-9) на базе Центра коллективного пользования «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» Мичуринского государственного аграрного университета.*

### Список литературы:

1. Биометрические характеристики саженцев яблони на клоновых подвоях селекции Мичуринского ГАУ в питомнике // Н.Л. Чурикова, З.Н. Тарова, М.Л. Дубровский, А.В. Кружков / Сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной науч.-практ. конф., посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. – Мичуринск, 2019. – С. 87-90.
2. Влияние подвоя на морфометрические показатели привойного компонента в питомнике / Н.Л. Чурикова, Р.В. Папихин, З.Н. Тарова [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5. – С. 14-19.
3. Григорьева, Л.В. Состояние насаждений яблони после суровой зимы 2006 г / Л.В. Григорьева // Садоводство и виноградарство. - 2007. - № 5. - С. 2-3.
4. Григорьева, Л.В. Урожайность и ростовая активность сортов яблони на клоновых подвоях в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, О.А. Ершова // Плодоводство и ягодоводство России. - 2012. -Т. 31. - № 1. - С. 96-104.
5. Запрометов, М.Н. Фенольные соединения / М.Н. Запрометов. – М.: Наука, 1993. – 271 с.
6. Масленников, П.В. Антоцианы как тест на нефтяное загрязнение / П.В. Масленников, А.В. Бородей // Сб.: Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: материалы XI международного симпозиума по биоиндикаторам. – Сыктывкар, 2001. – С. 124-125.
7. Многофакторный дисперсионный анализ в садоводстве / С.В. Фролова, Л.И. Никонорова, Н.В. Картечина [и др.] // Сб.: Почвы и их эффективное использование: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора В.В. Тюлина. – Киров, 2018. – С. 250-255.

8. Определение срока наступления периода покоя клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ / З.Н. Тарова, Н.Л. Чурикова, А.Н. Гонтюрёв, В.А. Аксенова // Наука и Образование. - 2019. – №1. – С. 26.
9. Оценка зимостойкости новых слаборослых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ в полевых и лабораторных условиях / З.Н. Тарова, Н.Л. Чурикова, Р.В. Папихин, М.Л. Дубровский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3. – С. 33-37.
10. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Р.В. Папихин [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 2. – С. 3
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
12. Результаты селекции на зимостойкость слаборослых клоновых подвоев яблони в Мичуринском ГАУ / Н.М. Соломатин, Ю.В. Трунов, З.Н. Тарова, Д.Ю. Честных // Плодоводство и ягодоводство России. – 2006. – Т. 16. – С. 146-150.
13. Соловьева, М.А. Методы определения зимостойкости плодовых культур / М.А. Соловьева. – Л., 1982. – 37 с.
14. Соломатин, Н.М. Новые слаборослые клоновые подвои яблони / Н.М. Соломатин, Р.В. Папихин, Л.В. Григорьева [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2012. - № 1-1. -С. 58-61.
15. Усова, Г.С. Некоторые хозяйственно-биологические признаки краснолистных и зеленолистных растений / Г.С. Усова, М.В. Романов // Аграрная наука. – 2007. – № 9. – С. 20-21.
16. Чурикова, Н.Л. Диагностика содержания антоцианов в коре однолетних побегов новых перспективных клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского агроуниверситета / Н.Л. Чурикова, З.Н. Тарова // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2019. – № 2. – Т. 6. – С. 99-102.

**UDC 634.11: 634.1.03: 581.174**

**PECULIARITIES OF THE ACCUMULATION OF ANTHOCYANES IN THE  
CORK OF ONE-YEAR SHOOTS OF GREEN-LEAVED AND RED-LEAVED  
CLONE ROOTS OF APPLE**

**Tarova Zinaida Nikolaevna**

Candidate of Agricultural Sciences, Professor

TarovaZ@mail.ru

**Dubrovsky Maxim Leonidovich**

Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratory

**Churikova Natalia Leonidovna**

Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher

**Grechushkina Kristina Sergeevna**

undergraduate

**Kukhtikov Vitaly Valerievich**

undergraduate

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The features of the accumulation of anthocyanin pigments in green-leaved and red-leaved forms of clonal rootstocks of an apple tree in the conditions of Michurinsk district of the Tambov region were studied. It is noted that the selection of a rootstock component that enhances the stress resistance of a cultivar remains an urgent task, and the use of clonal rootstocks with an increased synthesis of anthocyanins will to a certain extent increase the winter hardiness of grafted varieties.

**Key words:** apple tree, clonal rootstocks, anthocyanins, winter hardiness.