

О. В. Панфилова,
научный сотрудник

О. Д. Голяева,
кандидат сельскохозяйственных наук.
Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт селекции
плодовых культур, г. Орел, Россия.

Особенности пигментного аппарата и анатомической структуры листьев смородины красной (*Ribes rubrum* L.), обусловленные засухоустойчивостью

Приведені результати дослідження пігментного комплексу та анатомічної структури листків смородини червоної обумовлені засухостійкістю. Такі генотипи смородини червоної як Газель, Белка, Йонкер ван Тетс, Красная Віксне, Селяночка, Голандская красная, Нива, 1432-29-98 и 1426-21-80 мають більш ксероморфну структуру листка, що забезпечує екологічну толерантність до посухи та високої температури. Низький рівень пристосованості до посухи відмічено у сортів Роза і Дана.

Ключові слова:

смородина червона, генотипи, адаптація, засухостійкість, листок, пігменти, анатомія.

Введение. Для большинства районов Центрально-Черноземного региона засуха является одним из тех факторов, которые приводят к существенному снижению урожая и качества ягод. Поэтому важным объектом ресурсосберегающих технологий должен стать засухоустойчивый, высокопродуктивный сорт. Приспособленность растений к окружающей среде зависит прежде всего от генетических особенностей сорта и обеспечивается сложной системой защитных механизмов. Важным диагностическим признаком устойчивости растений к лимитирующим факторам среды является адаптация морфоанатомического строения и пигментного аппарата листа [1–5]. На примере разных сортов яблони и груши было показано, что для засушливых растений характерна ксероморфная структура листа: мощный слой палисадной паренхимы, мелкие листовые пластинки и большое число устьиц [2, 6, 7]. На приме-

ре земляники [8], дыни [9], хурмы [10] и алычи [11], замечено, что у генотипов, устойчивых к засухе, листья содержат больше хлорофилла и каротиноидов, чем у неустойчивых [12]. Подобные исследования на смородине красной не проводились. Задачей настоящей работы явилось изучение влияния неблагоприятных факторов среды (засуха на фоне высоких температур) на анатомическую структуру и пигментный аппарат листьев генотипов смородины красной.

Методика. Листовую диагностику проводили в лабораториях агроэкологических исследований и биохимической оценки сортов ГНУ Всероссийского НИИ селекции плодовых культур. Измерение толщины хлоренхимы, общей толщины листа проводили по методике А.Т. Мокроносова [13], содержание хлорофилла а и b, каротиноидов – по В.Ф. Гавриленко [14]. Исследования выполнены во вторую декаду июня 2011 г. Объектами исследования являлись 10 сортов и 3 отборные

формы смородины красной селекции ВНИИСПК, 3 районированных сорта (Голландская красная, Йонкер ван Тетс, Красная Виксне) и 1 интродуцированный сорт из Дальневосточного региона (Скороспелая).

Результаты исследований.

Погодные условия летнего периода 2010г. и мая, июня 2011г. характеризовались как засушливые. Температура во второй декаде июня достигала +33,0°C (2010) и 31,5°C (2011) с выпадением минимального количества осадков (1,2 и 3,2 мм соответственно). Засуха в указанные годы оказала сильное негативное влияние на развитие растений смородины красной.

Главной ассимилирующей тканью листа, в которой проходит фотосинтез, является столбчатая паренхима [15]. Сравнение анатомической структуры листьев показало, что толщина губчатой и столбчатой паренхимы варьирует в пределах сортов и отборных форм смородины (табл. 1).

Таблица 1. Мезоструктурная организация листьев смородины красной (июнь, 2011)

Сортообразец	Толщина паренхимы, мкм		Столбчатая губчатая	Толщина листа, мкм	Доля столбчатой паренхимы общей толщине листа, %	Степень водоудерживающей способности листа
	столбчатая	губчатая				
Дана	0,81	1,2	0,67	2,32	34,91	низкая
Роза	0,61	0,72	0,85	1,59	38,96	низкая
Скороспелая	0,60	0,77	0,78	1,62	37,04	низкая
среднее	0,67	0,90	0,76	1,84	36,97	
1518-37-47	0,66	0,66	1,00	1,62	40,74	средняя
Осиповская	0,69	0,58	1,19	1,53	45,10	средняя
1426-21-80	0,71	0,69	1,03	1,69	42,27	средняя
Селяночка	0,89	0,67	1,33	1,80	49,44	средняя
Газель	0,97	0,77	1,26	2,01	48,26	средняя
Красная Виксне	1,05	0,85	1,24	2,22	47,30	средняя
среднее	0,82	0,70	1,17	1,81	45,52	
Белка	0,91	0,56	1,62	1,76	51,70	высокая
Йонкер ван Тетс	1,01	0,63	1,60	1,94	52,33	высокая
среднее	0,96	0,59	1,61	1,85	52,01	

Максимальная толщина столбчатой паренхимы отмечена у сортов Красная Виксне, Йонкер ван Тетс, Газель и Белка, минимальная – у сорта Скороспелая. У сортов с низкой водоудерживающей способностью листьев (Дана, Роза и Скороспелая) соотношение столбчатой ткани к губчатой находится в пределах 0,67–0,85, при средней доле столбчатой паренхимы в общей толщине листа 36,97%. Для сортов со средним уровнем водоудерживающей способности листьев соотношение изучаемых тканей находится в интервалах 1,00–1,33, для сортов с высоким уровнем водоудерживающей способности – 1,60–1,62. Средняя доля столбчатой паренхимы относительно общей толщины листа составляет 45,52% у генотипов смородины

красной со средним показателем водоудерживающей способности и 52,01% – у генотипов с высоким значением водоудерживающей способности (табл. 1). Важным показателем экологической устойчивости листьев является также их пигментный состав. Результаты проведенных нами анализов содержания хлорофилла а и b и каротиноидов в листьях смородины красной показали, что высокое содержание суммы хлорофилла а и b, а также каротиноидов характерны для сортов 1426-21-80 (3,92 и 0,75 мг/г); Голландская красная (3,63 и 0,66 мг/г); 1432-29-98 (3,00 и 0,58 мг/г) и Нива (2,94 и 0,62 мг/г) (табл. 2). Эти генотипы имеют высокую и среднюю водоудерживающую способность листьев, и, как следствие, обладают высокой засухоустойчи-

востью. Низкими эти показатели оказались у сортов Дана (2,77 и 0,55 мг/г), Роза (2,40 и 0,47 мг/г) и у отборной формы 1518-37-14 (2,27 и 0,51 мг/г). Для данных генотипов характерны низкая водоудерживающая способность листьев и низкие показатели засухоустойчивости (табл. 2).

Выводы.

Нами была выявлена прямая положительная корреляционная связь между суммой хлорофиллов а и b и количеством каротиноидов (+0,97). Выявленное высокое содержание пигментов у засухоустойчивых генотипов смородины красной согласуются с литературными данными по другим культурам.

Изменение физиологического состояния листа является ответной реакцией растений на засуху. В ходе наших исследований установлено, что генотипы смородины красной, таких как: Газель, Белка, Йонкер ван Тетс, Красная Виксне, Селяночка и 1426-21-80 имеют более ксероморфную структуру листьев – более мощный слой палисадной (столбчатой) паренхимы по отношению к губчатой и к общей толщине листа, обладают высокими и средними показателями водоудерживающей способности листьев. Мощной пигмент-

Таблица 2. Содержание пигментов хлорофилла а и b и каротиноидов у смородины красной (2011 г.)

Сортообразец	Содержание пигмента (мг/г сырого веса)			
	хлорофилл а	хлорофилл b	сумма хлорофиллов а и b	каротиноиды
1426-21-80	2,46	1,46	3,92	0,75
Голландская красная (к)	2,23	1,40	3,63	0,66
1432-29-98	1,95	1,04	3,00	0,58
Нива	1,90	1,03	2,94	0,62
Дана	1,76	1,00	2,77	0,55
Роза	1,53	0,87	2,40	0,47
1518-37-14	1,44	0,83	2,27	0,51
НСР ₀₅			0,26	0,09

ной системой обладают растения сортов Голландская красная, Нива (смотри 4 стр. обложки) и отборные формы 1426-21-80 и 1432-29-98. Данные генотипы под воздействием неблагопри-

ятных абиотических факторов среды проявляют высокую экологическую устойчивость в процессе роста и развития (высокими показателями засухоустойчивости). Низкие показатели

фотосинтетического аппарата листьев растений Розы и Даны свидетельствуют о низкой степени приспособленности этих сортов к засухе.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Генкель, П. А. О состоянии и направлении работ по физиологии жаро и засухоустойчивости растений / П. А. Генкель // Проблемы засухоустойчивости растений. – М., 1978. – С. 5–20.
2. Киселева, Н. С. Адаптационные механизмы приспособления различных генотипов груши к условиям стресс-факторов внешней среды / Н. С. Киселева // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция); под ред. И. М. Куликова. – М., 2011. – Том IV, часть II. – С. 489–493.
3. Кушниренко, М. Д. Водный обмен и продуктивность растений в связи с адаптацией к засухе / М. Д. Кушниренко // Регуляция водного обмена растений. – К., 1984. – С. 9–13.
4. Ненько, Н. И. Физиолого-биохимические особенности адаптации яблони к засухе в интенсивных насаждениях в условиях Северо-Кавказского региона / Н. И. Ненько, Г. И. Киселева, А. В. Караваева, Т. В. Схалыхо [и др.] // Проблемы интенсивного садоводства: сб. науч. тр. – Краснодар, 2010. – С. 92–98.
5. Сариева, Г. Е. Адаптационный потенциал фотосинтеза у сортов пшеницы с признаком «свернутый лист» при действии высокой температуры / Г. Е. Сариева, С. С. Кенжебаева, Х. К. Лихтенталер // Физиология растений, – 2010. – Т. 57, №1. – С. 110–119.
6. Киселева, Н. С. Оценка адаптационной способности различных генотипов груши по морфоанатомическому и физиологическому состоянию листьев / Н. С. Киселева // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 3. – С. 34–38.
7. Streitberg, H., Hoffmann K. Der Einflub unterschiedlicher Strahlungsintensitat und Wassergaben auf die vegetative und generative Entwicklung von Apfelbumen in Grobgefaben unter den klimatischen Bedingungen von Dresden-Hillnitz.1. Mitt. Problematik und Methodik zur Durchfuhrung Des Versuches und erste Ergebnisse uber der Wasserverbrauch der Versuchsgehölze. Arch. – Gartenbau, 1972. – С. 20, 505–535.
8. Галиулина, А. А. Эколого-биологические особенности выращивания сортов *Fragaria x ananassa* Duch: автореф. дис...канд. биол. наук / А. А. Галиулина. – Оренбург, 2011. – 23 с.
9. Меджидова, Г. С. Изучение устойчивости к стрессовым факторам некоторых сортов дыни Азербайджана / Г. С. Меджидова, Ч. Т. Намазова // Проблемы и перспективы современной науки: сб. науч. тр., под ред. Н. Н. Ильинских. – Баку, 2009. – Том. 2, вып. 1 – С. 48–50.
10. Ченцова, Е. С. Перспективы интродукции и использования некоторых видов и клонов хурмы в Прикубанской зоне плодородства / автореф. дис...канд. биол. наук / Е. С. Ченцова – Краснодар; 2008. – 24 с.
11. Пількевич, Р. А. Водний режим сортів аличів зв'язку з їх посухостійкістю: автореф. дис...канд. биол. наук / Р. А. Пількевич. – К., 2004. – 24 с.
12. Шадрин, В. А. Динамика содержания хлорофилла и оводненности листьев газонных трав / В. А. Шадрин, А. Н. Куприянов // Теоретические и прикладные исследования Алтайского государственного университета. – 1998. – № 1(5). – С. 12–15.
13. Мокроносов, А. Т. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов / А. Т. Мокроносов, Р. А. Борзенкова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Том 61, вып. 3. – С. 119–128.
14. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с.
15. Кузнецов, В. В. Физиология растений / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.