DOI 10.33952/2542-0720-2021-2-26-89-99
УДК 634.23:581.1.036

Заремук Р. Ш., Копнина Т. А., Доля Ю. А.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ВИШНИ

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Реферат. *В условиях южного региона (Краснодарский край) отмечено учащение аномального повышения температур в летний период, что актуализирует проблему выделения засухоустойчивых сортов плодовых культур, в том числе вишни. Цель исследований – изучить физиологические показатели водного режима сортов вишни обыкновенной: потерю воды, водоудерживающую способность, оводненность, содержание абсцизовой кислоты в листьях, обуславливающие устойчивость к температурному стрессу, и выделить наиболее засухоустойчивые сорта для оптимизации южного сортимента. Исследования проведены в прикубанской зоне плодоводства Краснодарского края в 2018–2019 гг. Объекты исследований – 16 сортов вишни обыкновенной (Cerasus vulgaris Mill.), 2005 г. посадки. Контролем служили сорта Краснодарская сладкая и Казачка. Схемы посадки – 5 × 3 м. Почва представлена черноземом выщелоченным, $pH_{водн.}$ – 6,8–7,22, содержание гумуса – 3,47 %. Метеоусловия в летний период характеризовались аномальным повышением температур до 39,3 °С и длительными периодами засухи. Изучения водного режима проводили согласно модифицированной методике М. Д. Кушнеренко с использованием гравиметрического метода. В лабораторных опытах применяли капиллярный электрофорез «Капель» 104 Р с источником питания положительной полярности, оборудованный фотометрическим детектором с установленной длиной волны 254 нм. Установлено, что оводненность листьев сортов вишни в напряжённый период (в июле месяце) составляла 57,9 % и по сортам варьировала незначительно (Cv = 4,4 %). Потеря воды листовым аппаратом за два часа была невысокой – от 6,5 % до 11,9 % при низком коэффициенте варьирования по сортам (Cv = 1,9 %). Водоудерживающая способность тканей листьев составила 19,6 %, размах изменчивости которой по сортам был средним (Cv = 18,0–24,2 %). Среднее содержание абсцизовой кислоты в листьях вишни составляло 4,3 мг/кг и варьировало в зависимости от сорта в пределах 1,5–14,2 мг/кг. По комплексу физиологических показателей водного режима (низкой потере воды (6,5–7,9 %), высокой водоудерживающей способности (19,4–24,2 %) и оводненности (58,1–61,9 %), повышенному содержанию абсцизовой кислоты (11,0–14,2 мг/кг) сорта вишни Дюк Ивановна, Дюк Ходоса, Фея, Молодежная, Эрди Ботермо отнесены к высоко-засухоустойчивым и рекомендуются для расширения адаптивного сортимента вишни на юге России.*

Ключевые слова: *сорт, вишня обыкновенная (Cerasus vulgaris Mill.), засухоустойчивость, физиология, водный режим, оводненность листьев, абсцизовая кислота.*

Для цитирования: *Заремук Р. Ш., Копнина Т. А., Доля Ю. А. Физиологические аспекты засухоустойчивости сортов вишни // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 89–99. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-89-99.*

For citation: *Zaremuk R. Sh., Kopnina T. A., Dolya Yu. A. Physiological aspects of drought resistance of cherry varieties // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 2 (26). P. 89–99. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-89-99.*

Введение

Неблагоприятные погодно-климатические условия даже на юге страны и низкая адаптивность большинства возделываемых сортов препятствуют максимальной реализации продуктивного потенциала плодовых косточковых культур [1, 2]. Негативное влияние погодных условий проявляется в росте и интенсивности прежде всего высокотемпературных стрессовых факторов в период вегетации плодовых растений, в том числе вишни [2, 3].

Вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.) – косточковая культура, характеризующаяся высокой экологической пластичностью, что подтверждается широким ареалом ее произрастания на территории России [4]. Плоды вишни содержат комплекс микроэлементов, витаминов, антоцианов, определяющих пищевую ценность и направления использования. Однако в структуре многолетних насаждений доля вишни незначительна, что можно объяснить недостаточно высокой устойчивостью культивируемых сортов к доминирующим болезням и к абиотическим факторам [1, 4].

Очевидно, что решение проблемы повышения устойчивости плодовых культур к температурным стрессорам различного типа – длительные периоды почвенной и воздушной засухи, аномальное повышение температур в период цветения и формирования плодов, негативно влияющих на формирование урожая вишни, возможно путем выделения наиболее засухоустойчивых и пластичных сортов [4, 5].

Отбор засухоустойчивых сортов многолетних плодовых культур, в том числе вишни, сопряжен с полевой и лабораторной оценкой, предполагающих прежде всего изучение физиологических показателей водного режима и механизмов формирования компонентов признака засухоустойчивости [6, 7].

Водный режим растения является одним из наиболее изученных и информативных физиологических процессов, позволяющим получить данные по засухоустойчивости плодовой культуры в целом и сортов в частности. Изучение водного режима сортов плодовых культур за рубежом (Индия, США, Германия, Италия, Пакистан и др.), а также в России проводится по водоудерживающей способности, потере воды за определенный период времени, по динамике сухих веществ и содержанию аскорбиновой, абсцизовой, фенолкарбоновой кислот в растительных тканях и др. [3, 7–9].

Известно, что физиологические и биохимические процессы проходят в оптимальных температурных границах и других внешних условиях. Поэтому водоудерживающая способность тканей является одним из диагностических показателей адаптации растений к засухе. Российские и зарубежные ученые в своих работах отмечали, что от нее зависит скорость расхода воды листьями, величина общей оводненности и ее потери в зависимости от напряженности фактора воздействия и сортовой специфики [7–10]. Скорость отдачи воды используется как показатель засухоустойчивости, поскольку растения с высокой водоудерживающей способностью, по мнению ряда исследователей, характеризуются и повышенной устойчивостью к высоким положительным температурам [8].

По мнению некоторых зарубежных и отечественных авторов, одним из информативных показателей устойчивости растений к термическим стрессам является накопление и динамика абсцизовой кислоты (АБК) в листовом аппарате [8, 11–13]. АБК играет важную роль в регуляции водного баланса, экспрессии генов, уменьшении транспирации и предотвращении потери воды клетками [11–13]. Установлено, что на фоне засухи происходит увеличение концентрации АБК в листьях, что приводит к закрытию устьиц. Этот механизм считают универсальной

неспецифической реакцией защитного торможения метаболизма, позволяющего растениям справиться с недостатком влаги [8, 9, 14, 15].

Засухоустойчивость и жаростойкость ряда перспективных сортов вишни обыкновенной различного эколого-географического происхождения и изменчивость этих признаков в зависимости от метеоусловий и особенностей генотипов практически не изучены [2, 4]. Отсутствие данных, позволяющих оценить адаптивность сортов вишни к температурным стрессам и выделить наиболее засухоустойчивые сорта, определило актуальность и необходимость комплексных исследований адаптивного потенциала плодовой косточковой культуры на фоне складывающихся экстремальных климатических условий.

Цель исследований – изучить физиологические показатели водного режима сортов вишни обыкновенной: потерю воды, водоудерживающую способность, оводненность, содержание абсцизовой кислоты в листьях, обуславливающие устойчивость к высокотемпературному стрессу, и выделить наиболее засухоустойчивые сорта для оптимизации южного сортимента культуры.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в июле 2018 и 2019 гг. в условиях прикубанской зоны плодоводства Краснодарского края. Объектами исследований служили 16 сортов вишни обыкновенной *(Cerasus vulgaris* Mill.), представленные в центре коллективного пользования (ЦКП) «Генетическая коллекция плодовых культур» ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». Насаждения 2005 г. посадки. Схема посадки деревьев 5 × 3 м. Повторность – трехкратная. Стандартом для ранних сортов служил сорт Краснодарская сладкая, для средних и среднепоздних – Казачка. Подвой – сеянцы антипки. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным, сверхмощным слабогумусным легкоглинистым на лёссовидных глинах, $pH_{водн.}$ – 6,8–7,22 в слое почвы 0–30 см (по ГОСТ 26423-85), плотность сложения гумусового горизонта составила 1,30–1,42 г/см^3, содержание гумуса – 3,47 % (по Тюрину).

Метеоусловия в период проведения исследований в прикубанской зоне плодоводства Краснодарского края практически ежегодно были экстремальными: температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на 0,4–6,0 °С, а сумма активных температур – на 230 °С, что связано с увеличением периода аномально высоких температур. Так, в июне 2018 г. дневные температуры воздуха повышались до 39,3 °С, количество осадков было минимальным и составляло лишь 10,6 мм или 18,9 % от нормы. В первой декаде июля 2018 г. осадки отсутствовали, температура воздуха достигала 38,0 °С. В июне 2019 г. отмечали недостаток осадков – их количество составило 34,7 мм (61,9 % от нормы) и повышение температуры до 37,0 °С, в июле максимальная температура превышала 35,0 °С, осадки отсутствовали. В самый напряженный по гидротермическим условиям месяц июль, на фоне температурного стресса провели изучение физиологических компонентов засухоустойчивости сортов вишни.

Оценку водного режима растений осуществляли весовым (гравиметрическим) методом: листья с черешками (три листа в трехкратной повторности) взвешивали на электронных весах и подвергали завяданию в течение двух часов, затем листья повторно взвешивали и помещали в сушильный шкаф для окончательного высушивания при температуре 105 °С, согласно модифицированной методике М. Д. Кушнеренко [16], а также программам и методикам [17, 18]. Содержание абсцизовой кислоты определяли с помощью методов исследования плодовых культур и винограда [19]. В лабораторных исследованиях использовали

капиллярный электрофорез «Капель 104 Р» с источником питания положительной полярности, оборудованный фотометрическим детектором с установленной длиной волны 254 нм. Статистическую обработку полученных данных провели согласно методике Доспехова Б. А. [20] с использованием метода дисперсионного анализа. Расчеты выполняли в программах Excel и Statistica 10. Различия оценивали как статистически значимые при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Адаптация плодовых растений к экстремальным погодным условиям, в том числе вишни, зависит от комплекса факторов, прежде всего от физиолого-биохимических, обуславливаемых генотипом сорта [5, 6, 10]. Полученные нами результаты исследований физиологических параметров водного режима сортов вишни различного эколого-географического происхождения подтверждают это мнение. Так, на фоне аномально высоких температур воздуха в июле 2018 (38,0 °С) и 2019 г. (свыше 35,0 °С) оводненность листьев вишни в среднем по сортам составляла 57,9 % и варьировала незначительно (Cv = 4,4 %). В период большего воздействия гидротермического стресса в засушливом 2018 г. показатели оводненности листьев растений разных сортов вишни были меньше, чем в более благоприятном 2019 г., что совпадает с результатами аналогичных исследований, проведенных на юге по культуре яблоня [10].

Установлено, что в зависимости от сорта (без учета контроля) показатели оводненности листьев варьировали от 54,6 % у сорта Нефрис до 61,9 % у Дюк Ходоса. Показатели содержания в листьях воды свыше 60,0 % отмечены у сортов Фея, Дюк Ходоса и Дюк Ивановна. Несколько ниже он был у сортов Тимати, Эрди Ботермо, Призвание и Молодежная. У сортов вишни Нефрис, Встреча, Фанал, Джуси Фрут, Игрушка при повышении температуры воздуха окружающей среды показатели оводненности листьев варьировали незначительно – от 54,6 % до 56,6 % (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры водного режима листьев вишни в прикубанской зоне плодоводства Краснодарского края (среднее 2018–2019 гг.)

Сорт	Оводненность листьев, %	Потеря воды листьями, %
сорта раннего срока созревания		
Краснодарская сладкая (контроль)	56,4	11,0
Домбазия	55,2	9,2
Оротак	57,1	8,4
сорта среднепозднего срока созревания		
Казачка (контроль)	62,1	8,8
Встреча	54,8	6,8
Джуси Фрут	56,5	7,1
Нефрис	54,6	11,9
Фанал	56,6	11,9
Эрди Ботермо	58,1	6,9
Призвание	58,3	6,9
Дюк Ивановна	61,2	7,4
Тимати	60,0	6,6
Фея	60,9	7,9
Игрушка	55,9	9,6
Молодежная	58,1	10,1
Дюк Ходоса	61,9	6,5
Среднее	57,9	8,6
$НСР_{05}$	0,8	0,7
Cv – коэффициент вариации, %	4,4	1,9

Анализ экспериментальных данных указывает на сортовую специфику по годам, которая проявилась в разной степени варьирования показателей оводненности. Определено, что у сортов вишни Домбазия, Молодежная, Нефрис, Игрушка, Призвание и Дюк Ивановна в зависимости от складывавшихся условий оводненность листового аппарата по годам варьировала. В то же время, у растений сортов Оротак, Джуси Фрут и Фанал независимо от гидротермических условий показатели были ежегодно стабильными (рисунок 1). Полученные нами данные по динамике оводненности и её сортовой специфике подтверждают исследования ряда ученых о том, что у яблони, груши, смородины существует значительное варьирование показателей оводненности листового аппарата в зависимости от условий года и биологических особенностей сортов [5, 6, 10].

Большей способностью сохранять высокую оводненность листового аппарата при аномально высоких температурах и длительной засухе обладают сорта вишни Дюк Ходоса, Дюк Ивановна, Фея, Тимати, Призвание, Молодежная и Эрди Ботермо, то есть можно говорить о более высокой устойчивости этих сортов к жаре и засухе.

Результаты эксперимента по изучению динамики воды в листьях в течение двух часов после увядания подтвердили проявление сортоспецифичности, что позволило условно разделить изученные сорта вишни на группы. К первой группе были отнесены Дюк Ходоса, Тимати, Эрди Ботермо и Призвание, которые характеризовались сравнительно низкой потерей воды – 6,5–6,9 %; ко второй группе – Джуси Фрут, Дюк Ивановна и Фея со средними показателями. К третьей группе были отнесены сорта с более высокими показателями – 9,2 (Домбазия, Игрушка, Молодежная) и 11,9 % (Нефрис, Фанал) (см. таблицу 1).

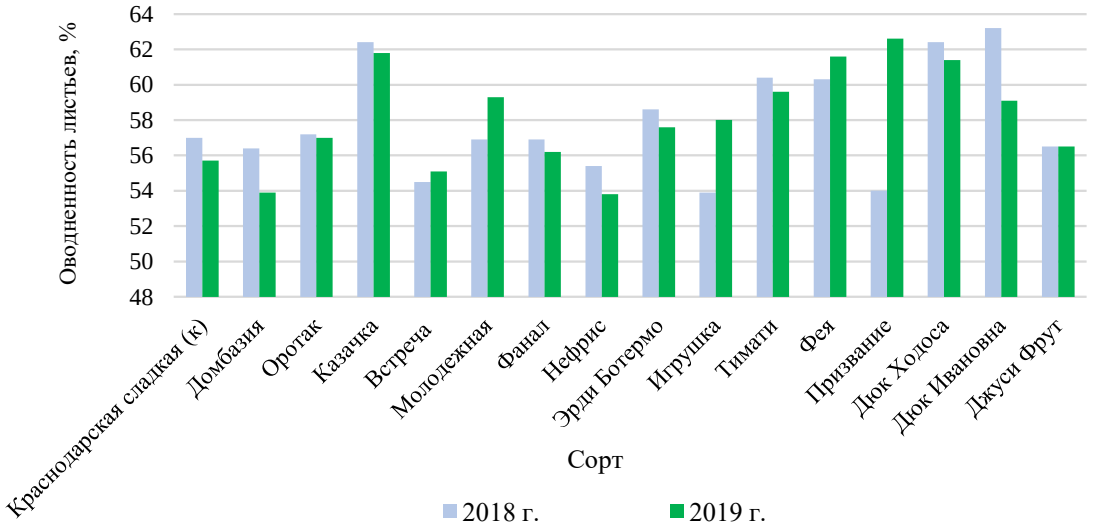

Рисунок 1 – Оводненность листьев сортов вишни в период термического стресса в прикубанской зоне плодоводства Краснодарского края (июль 2018–2019 гг.)

В среднем водоудерживающая способность листьев вишни разных сортов находилась на уровне 19,6 % при среднем коэффициенте варьирования (по Лакину) (в 2018 г. – Cv =18,0 %, в 2019 г. – Cv = 24,2 %).

Показатели водоудерживающей способности сортов находились в пределах: 15,6–23,4 % (Оротак), 12,9–17,2 % (Встреча), 18,4–25,8 % (Игрушка) (рисунок 2). У сортов вишни Нефрис, Молодежная и Игрушка величина этого показателя находилась на уровне контрольных сортов Краснодарская сладкая (24,7 %) и Казачка (23,1 %). Высокие показатели водоудерживающей способности (19,4–

27,5 %) отмечены у сортов Фанал, Нефрис, Молодежная, Игрушка, Фея и др. Несколько ниже (15,1–17,1 %) величина этого показателя была у сортов Встреча, Джуси Фрут, Призвание, Дюк Ходоса и др. (см. рисунок 2).

Высокой водоудерживающей способностью листового аппарата отличались сорта вишни Фанал, Нефрис, Молодежная, Игрушка, Оротак, Домбазия, Дюк Ивановна и Фея.

Известно значение абсцизовой кислоты, рассматриваемой как гормон стресса, участвующий в адаптации растений к засухе [8, 21, 22]. Впервые для вишни установлено, что в листьях разных сортов среднее содержание абсцизовой кислоты составляло 4,3 мг/кг и сильно варьировало по сортам: от 1,5 мг/кг (Дюк Ивановна) до 14,2 мг/кг (Эрди Ботермо). При температуре 38,0 °С в июле 2018 г. содержание абсцизовой кислоты в листьях было сравнительно высоким у большинства сортов, а в 2019 г., когда температура была ниже (35,0 °С), содержание абсцизовой кислоты уменьшалось (рисунок 3).

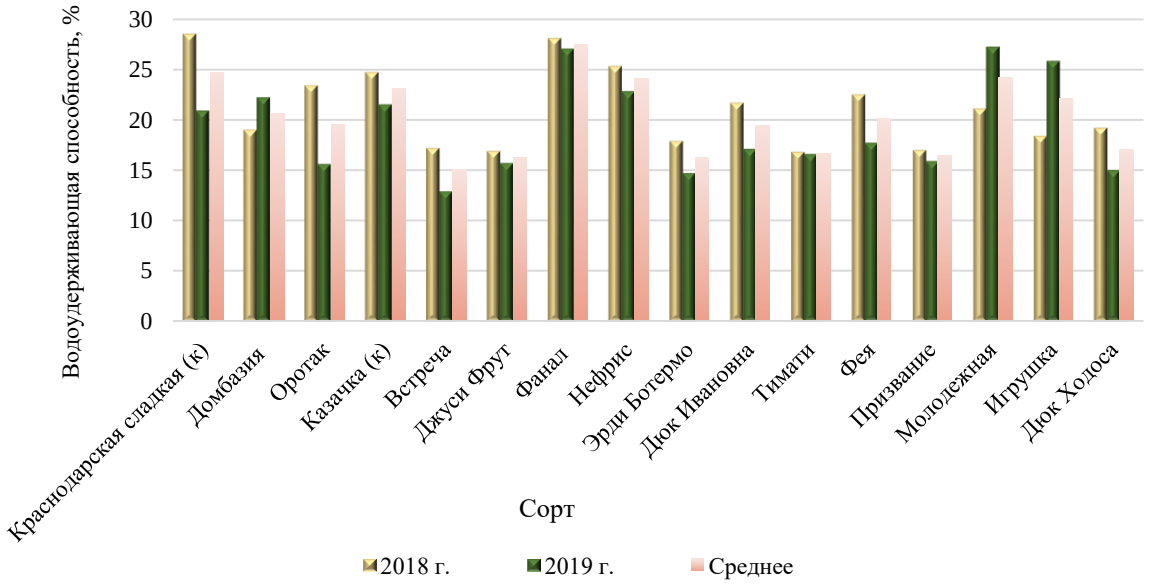

Рисунок 2 – Водоудерживающая способность листового аппарата разных сортов вишни в условиях прикубанской зоны плодоводства Краснодарского края (июль 2018–2019 гг.)

Выявлены сортовые особенности исследуемых сортов. В период воздействия экстремальных температур высоким содержанием абсцизовой кислоты характеризовались сорта вишни Эрди Ботермо, Дюк Ходоса, Молодежная, Домбазия и др. Низким – у сортов Игрушка, Оротак, Дюк Ивановна (см. рисунок 3).

Анализ результатов исследований водного режима сортов вишни различного эколого-географического происхождения на фоне гидротермического стресса позволил разделить их по степени засухоустойчивости на три группы. Сорта, которые были выделены по трем физиологическими параметрам (оводненности, потере воды, водоудерживающей способности или содержанию абсцизовой кислоты), подтверждающим высокую степень адаптации к температурному стрессу, были отнесены к высоко засухоустойчивым. Это сорта вишни Молодежная, Эрди Ботермо, Фея, Дюк Ходоса и Дюк Ивановна (таблица 2).

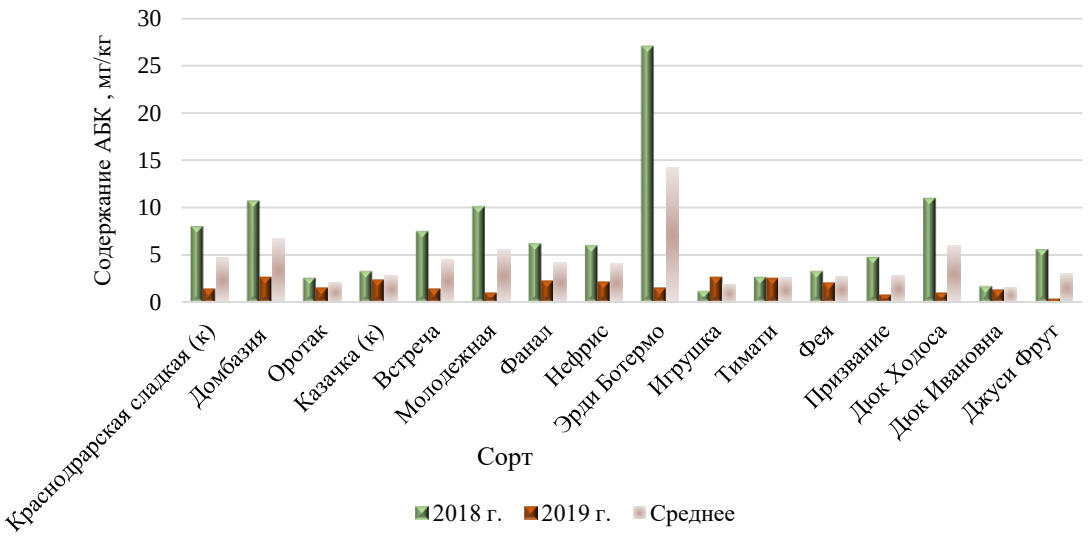

Рисунок 3 – Динамика абсцизовой кислоты в листьях в зависимости от сорта вишни в период воздействия температурного стресса (первая декада июля)

Таблица 2 – Группы сортов вишни по засухоустойчивости в зависимости от показателей водного режима и содержания абсцизовой кислоты (2018–2019 гг.)

Группа		
с высокой засухоустойчивостью	со средней засухоустойчивостью	с низкой засухоустойчивостью
Краснодарская сладкая (к)	Казачка (к)	Оротак
Эрди Ботермо	Домбазия	Игрушка
Фея	Встреча	Джуси Фрут
Дюк Ходоса	Фанал	
Дюк Ивановна	Нефрис	
Молодежная	Тимати	
	Призвание	

Сорта Домбазия, Встреча, Фанал, Нефрис, Тимати и Призвание, выделенные по двум физиологическим показателям, отнесены к группе со средней засухоустойчивостью, сорта Оротак, Игрушка и Джуси Фрут, выделенные только по одному показателю, отнесены к группе с низкой степенью засухоустойчивости (см. таблицу 2).

Выводы

Таким образом, в условиях прикубанской зоны плодоводства Краснодарского края впервые установлены физиологические параметры водного режима для перспективных сортов вишни. Оводненность листьев вишни разных сортов в среднем составляла 58,9 %, параметры которой варьировали незначительно – от 55,9 % у сорта Игрушка до 62,1 % у сорта Казачка, что подтверждает коэффициент вариации (Cv = 4,4 %). Потеря воды листьями вишни изученных сортов за два часа увядания составляла 8,6 %. Сравнительно высокой она была у сортов Домбазия, Игрушка, Молодежная, Нефрис и Фанал (9,2–11,9 %); ниже (6,5–7,9 %) у сортов Дюк Ходоса, Тимати, Дюк Ивановна, Эрди Ботермо и др. Водоудерживающая способность листьев вишни составила 19,6 %, ее размах по сортам был средним (Cv = 18,0–24,2 %). Высокой водоудерживающей способностью (19,4–27,5 %) отличались сорта Домбазия, Фанал, Дюк Ивановна, Фея и др. Установлено, что при высокой степени воздействия температурного стресса содержание абсцизовой кислоты в листьях было сравнительно высоким (6,9 мг/кг), при меньшем воздействии – ниже (1,7 мг/кг). Повышение абсцизовой кислоты, соответственно и

адаптации в период стресса, отмечалось у сортов Нефрис, Фанал, Встреча, Молодежная, Дюк Ходоса, Домбазия и Эрди Ботермо.

В зависимости от полученных физиологических параметров, изученные сорта вишни по степени засухоустойчивости были разделены на три группы. Сорта Дюк Ходоса, Дюк Ивановна, Молодежная, Эрди Ботермо и Фея, выделенные одновременно по трем физиологическим показателям водного режима, отнесены к высоко засухоустойчивым; сорта Домбазия, Встреча, Фанал, Нефрис, Тимати и Призвание, выделенные по двум физиологическим показателям, – к средне засухоустойчивым; Оротак, Игрушка и Джуси Фрут, выделенные по одному показателю, отнесены к группе с низкой засухоустойчивостью.

Сорта Дюк Ходоса, Дюк Ивановна, Молодежная, Эрди Ботермо и Фея, отличающиеся высокой засухоустойчивостью, можно рекомендовать для расширения адаптивного сортимента вишни обыкновенная в условиях юга России.

Литература

1. Юшков А. Н. Селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам. Мичуринск-наукоград РФ, 2019. 332 с.
2. Zaremuk R., Dolya Y. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 25 (02004). P. 8. DOI: 10.1051/bioconf/20202502004.
3. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: an overview // Environmental and Experimental Botany. 2007. Vol. 61. Iss. 3. P. 199–223. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011.
4. Доля Ю. А., Заремук Р. Ш. Биологические резервы продуктивности вишни на отдельных этапах генеративного развития // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (46). С. 35–39. DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-35-39.
5. Корнилов Б. Б., Ожерельева З. Е., Долматов Е. А., Хрыкина Т. А. Жаро- и засухоустойчивость некоторых декоративных сортообразцов груши генофонда ВНИИСПК // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2018. № 3. С. 39–46. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10306.
6. Панфилова О. В., Голяева О. Д. Физиологические особенности адаптации сортов и отборных форм смородины красной к засухе и повышенным температурам // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 5. С. 1056–1064. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.5.1056rus.
7. Кушниренко М. Д., Печерская С. Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев, 1991. 304 с.
8. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.
9. Kaldenhoff R., Ribas-Carbo M., Sans Flexas J., Lovisolo C., Heckwolf M., Uehlein N. Aquaporins and plant water balance // Plant, Cell & Environment. 2008. Vol. 31. P. 658–666. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2008.01792.x.
10. Ненько Н. И., Киселева Г. К., Ульяновская Е. В., Яблонская Е. К., Караваева А. В. Физиолого-биохимические критерии устойчивости яблони к абиотическим стрессам летнего периода // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 1. С. 158–168. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus.
11. Sarwat M., Tuteja N. Hormonal signaling to control stomatal movement during drought stress // Plant Gene. 2017. Vol. 11. Part. B. P. 143–153. DOI: 10.1016/j.plgene.2017.07.007.
12. Хелдт Г.-В. Биохимия растений. М.: БИНОМ, 2011. 471 с.
13. Bassett C. L., Glenn D. M., Forsline P. L., Wisniewski M. E., Ferrell R. E. Jr. Characterizing water use efficiency and water deficit responses in apple (*Malus* × *domestica* Borkh. and *Malus sieversii* Ledeb.) M. Roem. // HortScience. 2011. No. 46. P. 1079–1984. DOI: 10.21273/HORTSCI.46.8.1079.
14. Henfrey J. L., Baab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 194. P. 111–117. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.07.034.
15. Yadollahi A., Arzani K., Ebadi A., Wirthensohn M., Karimi S. The response of different almond genotypes to moderate and severe water stress in order to screen for drought tolerance // Scientia Horticulturae. 2011. Vol. 129. Iss. 3. P. 403–413. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.04.007.
16. Кушниренко М. Д., Гончарова Э. А., Бондарь Е. М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости растений. Кишинев, 1970. 79 с.
17. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под ред. Седова Е. Н. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1995. 502 с.

18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под ред. Седова Е. Н., Огольцовой Т. П. Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. 608 с.

19. Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие // Под общей редакцией Ненько Н. И. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. 115 с.

20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

21. Dar N. A., Amin I., Wani W., Wani S. A., Shikari A. B., Wani S. H., Masoodi K. Z. Abscisic acid: a key regulator of abiotic stress tolerance in plants // Plant Gene. 2017. Vol. 11. Part B. P. 106–111. DOI: 10.1016/j.plgene.2017.07.003.

22. Kundu S., Gantait S. Abscisic acid signal crosstalk during abiotic stress response // Plant Gene. 2017. Vol. 11. Part B. P. 61–69. DOI: 10.1016/j.plgene.2017.04.007.

References

1. Yushkov A. N. Breeding of fruit plants on sustainability to abiotic stressors. Michurinsk-Naukograd RF, 2019. 332 p.

2. Zaremuk R., Dolya Yu. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 25 (02004). P. 8. DOI: 10.1051/bioconf/20202502004.

3. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: an overview // Environmental and Experimental Botany. 2007. Vol. 61. Iss. 3. P. 199–223. DOI:10.1016/j.envexpbot.2007.05.011.

4. Dolya Yu. A., Zaremuk R. Sh. Biological reserves of cherry yield capacity at separate stages of reproductive development // Vestnik of the Bashkir State Agrarian University. 2018. No. 2 (46). P. 35–39. DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-35-39.

5. Kornilov B. B., Ozhereleva Z. E., Dolmatov E. A., Khrykina T. A. Heat and drought resistance of some ornamental pear genotypes from VNIISPK gene pool // Contemporary Horticulture. 2018. No. 3. P. 39–46. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10306.

6. Panfilova O. V., Golyaeva O. D. Physiological features of red currant varieties and selected seedling adaptation to drought and high temperature // Sel'skokhozyaistvennaya Biologia [Agricultural Biology]. 2017. Vol. 52. No. 5. P. 1056–1064. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.5.1056rus.

7. Kushnirenko M. D., Pecherskaya S. N. Physiology of water exchange and drought resistance of plants. Kishinev, 1991. 304 p.

8. Shakirova F. M. Nonspecific plant resistance to stress factors and its regulation. Ufa: Gilem, 2001. 160 p.

9. Kaldenhoff R., Ribas-Carbo M., Sans Flexas J., Lovisolo C., Heckwolf M., Uehlein N. Aquaporins and plant water balance // Plant, Cell & Environment. 2008. Vol. 31. P. 658–666. DOI:10.1111/j.1365-3040.2008.01792.x.

10. Nenko N. I., Kiseleva G. K., Ulyanovskaya E. V., Yablonskaya E. K., Karavaeva A. V. Physio-biochemical criteria for apple tree tolerance to summer abiotic stresses // Sel'skokhozyaistvennaya Biologia [Agricultural Biology]. 2019. Vol. 54. No. 1. P. 158–168. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus.

11. Sarwat M., Tuteja N. Hormonal signaling to control stomatal movement during drought stress // Plant Gene. 2017. Vol. 11. Part. B. P. 143–153. DOI: 10.1016/j.plgene.2017.07.007.

12. Heldt G.-W. Plant biochemistry. Moscow: BINOM, 2011. 471 p.

13. Bassett C. L., Glenn D. M., Forsline P. L., Wisniewski M. E., Farrell R. E. Jr Characterizing water use efficiency and water deficit responses in apple (*Malus* × *domestica* Borkh. and *Malus sieversii* Ledeb.) M. Roem. // HortScience. 2011. No. 46. P. 1079–1984. DOI:10.21273/HORTSCI.46.8.1079.

14. Henfrey J. L., Baab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 194. P. 111–117. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.07.034.

15. Yadollahi A., Arzani K., Ebadi A., Wirthensohn M., Karimi S. The response of different almond genotypes to moderate and severe water stress in order to screen for drought tolerance // Scientia Horticulturae. 2011. Vol. 129. Iss. 3. P. 403–413 DOI: 10.1016/j.scienta.2011.04.007.

16. Kushnirenko M. D., Goncharova E. A., Bondar E. M. Methods of studying water exchange and drought resistance of plants. Kishinev, 1970. 79 p.

17. Program and methodology for the selection of fruit, berry and nut crops // Ed. by Sedov E. N. Orel: All-Russian Scientific Research Institute for Breeding Fruit Crops, 1995. 502 p.

18. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops // Ed. by Sedov E. N., Ogoltsova T. P. Orel: Publishing house of the All-Russian Scientific Research Institute for Breeding Fruit Crops, 1999. 608 p.

19. Modern instrumental and analytical methods of research of fruit crops and grapes. Training manual // Under the general editorship of Nenko N. I. Krasnodar: North Caucasian Research Institute of Horticulture and Viticulture, 2015. 115 p.

20. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alyans, 2014. 351 p.

21. Dar N. A., Amin I., Wani W., Wani S. A., Shikari A. B., Wani S. H., Masoodi K. Z. Abscisic acid: a key regulator of abiotic stress tolerance in plants // Plant Gene. 2017. Vol. 11. Part. B. P. 106–111. DOI: 10.1016/j.plgene.2017.07.003.

22. Kundu S., Gantait S. Abscisic acid signal crosstalk during abiotic stress response// Plant Gene. 2017. Vol. 11. Part. B. P. 61–69. DOI: 10.1016/j.plgene.2017.04.007.

UDC 634.23:581.1.036

Zaremuk R. Sh., Kopnina T. A., Dolya Yu. A.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF DROUGHT RESISTANCE OF CHERRY VARIETIES

Summary. *There is an abnormal increase in average summer temperature in the southern region (Krasnodar Territory). This, more than ever, actualizes the problem of identifying drought-resistant varieties of fruit crops, including cherry. The purpose of this research was to study the physiological indicators of water regime: loss of water, water-holding capacity, leaf water content, abscisic acid content in leaves of different varieties of Cerasus vulgaris Mill., which determine resistance to temperature stress, as well as to identify the most drought-tolerant varieties to optimize the range of varieties for the south of our country. The studies were carried out in 2018–2019 in the Prikuban fruit-growing zone of the Krasnodar Territory. Sixteen varieties of Cerasus vulgaris Mill. were the objects of the research. Varieties 'Krasnodarskaya sladkaya' and 'Kazachka' served as a control. Planting schemes – 6 × 4 m and 5 × 3 m. Soil – chernozems leached.* pH_{water} *– 6.8–7.22. Humus content – 3.47 %. In summer, meteorological conditions were characterized by an abnormal temperature rise (up to 39.3 °C) and extended periods of drought. Studying of water regime was carried out according to the modified methodology of M. D. Kushnerenko using the gravimetric method. In laboratory experiments, we used the capillary electrophoresis "Kapel 104 P" (power supply with a positive polarity; equipped with a photometric detector; set wavelength – 254 nm). In the course of the research, we revealed that the water content in cherry leaves during the period of the adverse draught (in July) was 57.9 %; in the context of studied cherry varieties, it varied insignificantly (Cv = 4.4 %). For two hours, the loss of water by the leaf apparatus was not high – from 6.5 % to 11.9 % with a low coefficient of variation by varieties (Cv = 1.9 %). The water-holding capacity of leaf tissues was 19.6 %, the range of variability of which was insignificant by varieties (Cv = 18.0–24.2 %). The average content of abscisic acid in cherry leaves was 4.3 mg/kg and varied depending on the studied cherry varieties within the range of 1.5–14.2 mg/kg. According to the complex of physiological indicators of the water regime (low water loss (6.5–7.9 %), high water-holding capacity (19.4–24.2 %) and leaf water content (58.1–61.9 %), as well as increased abscisic acids content (11.0–14.2 mg/kg)), such cherry varieties/cultivars as 'Duke Ivanovna', 'Duke Khodosa', 'Feya', 'Molodezhnaya' and 'Erdi Botermo' were classified as highly drought-resistant. They are recommended for expanding the range of adaptive cherry varieties/cultivars in the southern part of Russia.*

Keywords: *variety, cherry (Cerasus vulgaris Mill.), drought resistance, physiology, water regime, leaf water content, abscisic acid.*

Заремук Римма Шамсудиновна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая лабораторией сортоизучения и селекции косточковых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350901, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. имени 40-летия Победы, 39; e-mail: zaremuk_rimma@mail.ru.

Копнина Татьяна Андреевна, младший научный сотрудник лаборатории сортоизучения и селекции косточковых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350901, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. имени 40-летия Победы, 39; e-mail: tatjanakopnina@rambler.ru.

Доля Юлия Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории сортоизучения и селекции косточковых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350901, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. имени 40-летия Победы, 39; e-mail: skzniisiv2015@mail.ru.

Zaremuk Rimma Shamsudinovna, Dr. Sc. (Agr.), professor, head of the Laboratory of variety's study and breeding of garden cultures, FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39, 40 years of Victory str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350901, Russia; e-mail: zaremuk_rimma@mail.ru.

Kopnina Tatiana Andreevna, junior researcher of the Laboratory of variety's study and breeding of garden cultures, FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39, 40 years of Victory str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350901, Russia; e-mail: tatjanakopnina@rambler.ru.

Dolya Yulia Aleksandrovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Laboratory of variety's study and breeding of garden cultures, FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39, 40 years of Victory str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350901, Russia; e-mail: skzniisiv2015@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 16.03.2021.
Дата принятия к печати – 15.05.2021.