

УДК 57.017.3: 634.22:634.228

ИЗУЧЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ И СТЕПЕНИ ОТКРЫТОСТИ УСТЬИЦ СЛИВЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

И.Э. Федотова , О.В. Острикова, Е.Л. Хархардина

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», 302026, ул. Комсомольская, д. 95, г. Орел, Россия, priem@oreluniver.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследования адаптивного потенциала некоторых сортов сливы по отношению к недостатку влаги в условиях Центрального региона России. Исследования проводили на территории Орловской области в летние периоды 2021...2023 гг. в условиях естественной засухи. Растения выращивали в коллекционном саду косточковых плодовых культур по общепринятой для региона технологии возделывания. Объекты исследований – сорта сливы, полученные от скрещиваний китайско-американских сортов с сортами сливы домашней: Евразия 21, Скороплодная, Орловский сувенир, Краса Орловщины, Неженка; контроль – сорт сливы домашней Рекорд. После завершения роста побегов, определяли водоудерживающую способность листьев исследуемых сортов – методом завядания (по Ничипоровичу), состояние устьиц – методом инфильтрации. Статистическая обработка данных – по Доспехову. Выявлены особенности проявления физиологических механизмов устойчивости к засухе в зависимости от генотипа. Количество воды, испарившейся с листьев сортов через 90 мин, варьирует в пределах от 7,07 % (Скороплодная) до 16,54 % (Евразия 21). По способности удерживать воду тканями листа (водоудерживающая способность) сорта сливы располагаются в следующей убывающей последовательности: Рекорд (контроль), Скороплодная, Орловский сувенир, Краса Орловщины, Неженка, Евразия 21. В условиях естественной засухи у листьев всех испытанных сортов нет широко открытых устьиц. Сорта со всеми полностью закрытыми устьицами не выявлено. Устьица листьев характеризуются средней степенью открытости: от 3,33 балла (Евразия 21) до 5,0 баллов (Неженка, Краса Орловщины, Рекорд). По скорости сокращения степени открытости устьиц листьев (через 30 мин) сорта сливы располагаются в следующей убывающей последовательности: Орловский сувенир, Скороплодная, Неженка, Краса Орловщины, Рекорд (контроль), Евразия 21. По комплексу лучших показателей проявления физиологических реакций устойчивости к засухе выделились следующие сорта сливы: Орловский сувенир, Скороплодная, Неженка. Эти сорта целесообразно вовлекать в последующую синтетическую селекцию на устойчивость к засухе.

Ключевые слова: слива, адаптивность, засуха, водоудерживающая способность, устьица

STUDYING THE WATER-RETAINING ABILITY OF LEAVES AND THE DEGREE OF OPENNESS OF PLUM STOMATA IN THE CENTRAL REGION OF RUSSIA IN ARID CONDITIONS

I.E. Fedotova , O.V. Ostrikova, E.L. Harhardina

Orel State University named after I.S. Turgenev, Komsomolskaya st., 95, Orel, Russia, priem@oreluniver.ru

Abstract

The article presents the results of studying the adaptive potential of some plum cultivars in

relation to lack of moisture in the conditions of the Central region of Russia. The studies were carried out in the Orel region in the summer periods of 2021...2023 under natural drought conditions. The plants were grown in the collection orchard of stone fruit crops using cultivation technology generally accepted for the region. The objects of the research were plum varieties obtained from crossing Chinese-American varieties with domestic plum varieties: Eurasia 21, Skoroplodnaya, Orlovsky Souvenir, Krasa Orlovshchiny, Nezhenka; control - domestic plum Record. After completion of shoot growth, the water-holding capacity of the leaves of the studied varieties was determined by the wilting method (according to Nichiporovich), and the condition of the stomata was determined by the infiltration method. Statistical data processing was done according to Dospekhov. Features of the manifestation of physiological mechanisms of drought resistance depending on the genotype were revealed. The amount of water evaporated from the plum leaves after 90 minutes varied from 7.07 % (Skoroplodnaya) to 16.54 % (Eurasia 21). Based on the ability to retain water by leaf tissues (water-holding capacity), plum varieties were arranged in the following descending order: Record (control), Skoroplodnaya, Orlovsky Souvenir, Krasa Orlovshchiny, Nezhenka, Eurasia 21. Under natural drought conditions, the leaves of all tested varieties did not have wide open stomata. No varieties with all completely closed stomata were identified. Leaf stomata were characterized by an average degree of openness: from 3.33 points (Eurasia 21) to 5.0 points (Nezhenka, Krasa Orlovshchiny, Record). Based on the rate of reduction in the degree of openness of leaf stomata (after 30 minutes), plum varieties were arranged in the following descending order: Orlovsky Souvenir, Skoroplodnaya, Nezhenka, Krasa Orlovshchiny, Record (control), Eurasia 21. Based on a set of the best indicators of the manifestation of physiological reactions of resistance to drought, the following plum varieties stood out: Orlovsky Souvenir, Skoroplodnaya, Nezhenka. It is advisable to involve these varieties in subsequent synthetic breeding for drought resistance.

Key words: plum, adaptability, drought, water-holding capacity, stomata

Введение

В последние десятилетия учеными зафиксировано потепление климата, которое приводит к изменению температурного и водного режимов во всех регионах. В Центральном регионе России обычным явлением в последние десятилетия стали участившиеся засухи. Уже ежегодно летом наблюдают жаркие и засушливые периоды продолжительностью от одной недели до месяца. Такие погодные изменения особую опасность представляют для многолетних растений, которые должны быстро адаптироваться в качественно новых условиях состояния окружающей среды (Ибрагимов, 2014). По прогнозам ученых к концу XXI века ожидается повышение глобальной температуры на 6 °С. Многолетние плодовые культуры на эти условия реагируют разбалансировкой прохождения фенологических фаз своего развития. Увеличение показателей транспирации может привести к снижению или истощению запасов воды в почвах, вызывая водный стресс у растений в засушливые сезоны. Водный стресс не только снижает урожайность сельскохозяйственных культур, но и способствует ускорению созревания плодов, уменьшению их размеров, снижению сочности, слабой окраске, сокращению сроков хранения (Jangra, Sharma, 2013). В связи с повсеместным ухудшением агроэкологических условий возникает проблема создания и внедрения сортов с высокой экологической устойчивостью (Сатибалов, 2021)

Слива – популярная косточковая плодовая культура в Центральном районе России. Исстари здесь выращивали местные наиболее устойчивые и созданные селекционным путем сорта сливы домашней (*Prunus domestica* L., 2n = 48). В составе вида сливы домашней выделяют четыре подвида: венгерки, или настоящие сливы, ренклоды, терносливы, марабеллы. Большинство распространенных сортов относится к венгеркам и ренклодам.

Однако опыт выращивания сливы показал, что самым серьезным препятствием расширения её насаждений в данном регионе является отсутствие адаптированных сортов к изменяющимся климатическим условиям.

Учитывая положительные результаты, достигнутые в США от использования в селекции сливы высокозимостойких восточно-азиатских диплоидных видов, в Центральном районе России также начали широко вовлекать их в селекцию (Колесникова и др., 1995).

В гибридизации использовали сорта селекции Л. Бербанка, Н. Ганзена, В. Ольдермана, полученные от гибридизации восточно-азиатских видов сливы (*P. triflora*, *P. ussuriensis*) с американской (*P. americana*) и канадской сливой (*P. nigra*). Китайско-американские сорта сливы обладают ценными качествами. Они очень скороплодны, плоды их крупные ярко окрашенные, цветковые почки исключительно зимостойки, даже в самые суровые зимы не вымерзают. А.Н. Веняминовым от скрещивания китайско-американского сорта (Лакресцент) с сортом сливы домашней за период 1950...1971 гг. был создан высококачественный сорт Евразия 21, который был много лет районирован в Центрально-Черноземном регионе. Получены и другие сорта, которые являются продуктом многократных скрещиваний в пределах генофонда восточно-азиатских и американских диплоидных сортов сливы. Они включены в Государственный реестр допущенных к использованию. В связи с глобальным изменением климата исключительную важность приобретает изучение их адаптивности к местным условиям среды.

Для получения высоких устойчивых урожаев в условиях с недостаточной водообеспеченностью необходим соответствующий исходный селекционный материал для создания сортов с широкой нормой реакции, способных максимально проявлять свой генетический потенциал развития и продуктивности в условиях с различным уровнем действия дефицита влаги (Paudel et al., 2020; Paudel et al., 2022). Результаты изучения засухоустойчивости сливы в различных регионах отражены в работах ряда исследователей (Гончарова и др., 1979; Дорошенко и др., 2010; Заремук, 2013; Феськов, 2014; Солонкин, 2017; Кочубей, Заремук, 2020; Баширова, Фещенко, 2021; Mishko et al., 2021; Gerbi, 2022; Борзых и др., 2023). Водный статус и ответные реакции на засуху в условиях Центрального региона у сортов сливы изучены недостаточно. Выявление внутренних механизмов и процессов, с помощью которых реализуется генетическая программа характера взаимодействия «генотип – среда» в условиях засухи, позволит повысить эффективность селекции (Fang, Xiong, 2015).

Цель наших исследований – дать оценку адаптивного потенциала некоторых сортов сливы по отношению к недостатку влаги в условиях Центрального региона России.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2021...2023 гг. на агробиостанции Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева. Схема посадки сада 5 × 2 м. Почва – серая лесная и светло-серая лесная, по механическому составу – средний и тяжелый суглинок (агроземы). Содержание гумуса в пахотном слое около 2,8...3,0 %.

Климат умеренно-континентальный, сравнительно теплый. Распределение осадков в течение вегетационного периода неравномерное. Поэтому нередко создаются засушливые периоды. Годовое количество осадков на территории агробиостанции составляет 560 мм. Средняя годовая температура +4,6 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха за многолетний период составляет по Орловской области -39 °С, абсолютный максимум – +39 °С. Суммы средних суточных температур за время активной вегетации растений колеблются в пределах 2150...2300 °С.

Средняя температура в июне 2021 года была выше средней многолетней на 1,9 °С, в июле – выше на 2,5 °С, в августе – на 2,0 °С. Количество осадков в июне составило 59 % от нормы,

в июле – 59 %, в августе – 93 %. Летом 2022 года засушливая погода установилась на протяжении июня-августа. Средняя температура в эти месяцы была на уровне средних многолетних значений или чуть выше (на 3,3 °С в августе). Количество осадков в июне составило 75 % от нормы, в июле – 74 %, в августе – 62 %. Летом 2023 года засушливая погода также установилась на протяжении июня-августа. Температура в эти месяцы была на уровне средних многолетних значений или чуть выше (на 1,7 °С в августе), но количество осадков в июне составило 81 % от нормы, в июле – 88 %, в августе – 83 %. Сложившиеся аномальные погодные условия вызвали частичное опадение завязи и сформировавшихся плодов.

В качестве объектов исследований использовали сорта сливы, полученные от скрещиваний китайско-американских сортов с сортами сливы домашней: Евразия 21, Скороплодная, Орловский сувенир, Краса Орловщины, Неженка. В качестве контроля – сорт сливы домашней Рекорд (Пердрегон × Скоропелка красная).

Для выявления водного статуса растений и потенциала засухоустойчивости сортов сливы в июле, после завершения роста побегов, определяли водоудерживающую способность – методом завядания (по Ничипоровичу), состояние устьиц – методом инфильтрации. Исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Епринцев, Хожайнова, 2018) на фоне естественной засухи. Полученные результаты обработаны методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение

Устойчивость растений к продолжительной засухе во многом определяется их способностью удерживать влагу. Результаты исследования водоудерживающей способности листьев в течение длительного времени в среднем за 2021...2023 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика испарения воды листьями сортов сливы, в среднем за 2021...2023 гг.

Сорт	Масса испарившейся воды с течением времени, %		
	через 30 мин	через 60 мин	через 90 мин
Рекорд (контроль)	3,48	5,38	6,65
Скороплодная	4,82	6,75	7,07
Неженка	7,85	9,35	11,96
Краса Орловщины	6,30	7,87	11,02
Орловский сувенир	3,73	6,34	9,33
Евразия 21	6,99	11,76	16,54
НСР ₀₅	0,78	1,03	1,12

Анализ полученных данных показал, что через 30 мин после начала эксперимента на уровне контроля испаряли воду листья сорта Орловский сувенир (3,73 %); достоверно худшие результаты показали сорта Неженка (листья потеряли 7,85 % воды) и сорта Евразия 21 (листья потеряли 7,85 % воды), Краса Орловщины (6,30 %). Ни один из исследуемых сортов не превзошел контроль (3,48 %) по этому показателю. Через 60 мин после начала эксперимента наибольшая потеря воды выявлена у сорта Евразия 21 (листья потеряли 11,76 % воды), листья других сортов также теряли влагу сильнее, чем контрольный сорт Рекорд (5,38 %). На уровне контроля была потеря воды у листьев сорта Орловский сувенир (6,34 %). Блики к ним показатели потери воды листьями сорта Скороплодная (6,75 %). Листья сорта Евразия 21 через 90 мин после начала эксперимента более других сортов потеряли воды (16,54 %) от первоначального веса. Потеря воды листьями других испытываемых сортов также увеличилась, но эти потери колебались в пределах от 7,07 % (на уровне контроля) для сорта Скороплодная и до 11,96 % для сорта Неженка. Листья сорта

Орловский сувенир теряли 9,33 % влаги, что достоверно превышает контроль, но значительно меньше, чем потеря влаги листьями других сортов.

Важным фактором в регуляции водного режима растений является работа устьиц, которые при недостатке воды в растительном организме способны закрываться, уменьшая интенсивность транспирации с поверхности листьев и увеличивая водоудерживающую способность. Это способствует сохранению большего количества влаги в растении. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Степень открытости устьиц листьев сортов сливы, в среднем за 2021...2023 гг., в баллах

Сорт	Условия и время проведения эксперимента							
	через 0 мин		через 30 мин		через 60 мин		через 90 мин	
	спирт	ксиллол	спирт	ксиллол	спирт	ксиллол	спирт	ксиллол
Рекорд (контроль)	0,00	5,00	0,00	4,33	0,00	4,33	0,00	5,00
Скороплодная	0,00	4,67	0,00	1,00	0,00	5,00	0,00	5,00
Неженка	0,00	5,00	0,00	1,00	0,00	0,33	0,00	0,50
Краса Орловщины	0,00	5,00	0,00	3,67	0,00	2,00	0,00	2,00
Орловский сувенир	0,00	4,67	0,00	0,67	0,00	1,33	0,00	1,00
Евразия 21	0,00	3,33	0,00	5,00	0,00	4,33	0,00	5,00
В среднем по вариантам	-	4,06	-	2,53	-	2,83	-	2,51
НСР ₀₅	-	0,19	-	0,21	-	0,37	-	0,27

Изучение степени открытости устьиц листьев сортов сливы методом инфильтрации показало, что, как в начале, так и через 30 мин, и по окончании эксперимента (через 90 мин) у всех сортов сливы нет широко открытых устьиц: проникновение спирта – 0 баллов.

Средней степенью открытостью устьиц (проникновение ксиллола) характеризовались все испытанные сорта (4,06 балла в среднем по всем сортам). В начале эксперимента наименьшей степенью открытости устьиц (3,33 балла) характеризовались листья сорта Евразия 21, что существенно ниже, чем у контрольного сорта Рекорд. Для сортов Скороплодная и Орловский сувенир этот показатель составил 4,67 балла, для остальных сортов – 5,0 баллов. Через 30 мин после начала эксперимента в среднем по всем сортам степень открытости устьиц уменьшилась и составила 2,53 балла. Проникновение ксиллола через устьица в ткани листьев в меньшей степени была отмечена у сортов Скороплодная (1,0 балл), Неженка (1,0 балл), Орловский сувенир (0,67 балла). Достаточно высокой на уровне контроля оставалась степень открытости устьиц у сорта Евразия 21 (5,0 баллов при обработке ксиллолом).

Через 60 мин после начала эксперимента в среднем по всем сортам степень открытости устьиц составила 2,83 балла. Низкое значение степени открытости устьиц (значительно меньше контроля) выявили у листьев сортов Неженка (0,33 балла), Орловский сувенир (1,33 балла) и Краса Орловщины (2,0 балла). У сорта Евразия 21 степень открытости устьиц листьев отмечена на уровне контрольного сорта Рекорд (4,33 балла), а у листьев сорта Скороплодная – выше контроля (5,0 баллов). В среднем для всех сортов степень открытости устьиц через 90 мин существенно не изменилась, по сравнению с измерением через 30 и 60 мин, и составила 2,51 балла. Значительно ниже контроля она оставалась у сортов Неженка (0,5 баллов), Орловский сувенир (1,0 балл), Краса Орловщины (2,0 балла). У сорта Скороплодная после временного закрытия устьиц (через 30 мин – 1,0 балл) через 60 и 90 мин после начала эксперимента вновь наблюдали проникновение ксиллола на уровне контроля 5,0 баллов.

Исследованиями не выявлено сортов с полностью закрытыми устьицами листьев. Петролейный эфир проникал в слабо открытые устьица всех сортов на протяжении от начала до завершения эксперимента через 90 мин на уровне 4,5...5,0 баллов.

Заключение

У исследованных сортов сливы установлено наличие следующих механизмов физиологических адаптивных реакций растений на недостаток влаги: сохранение влаги тканями листа (водоудерживающая способность) и сохранение влаги путем сокращения испарения за счет корректировки морфологической структуры устьиц (степень открытости устьиц, открывание и закрывание). Выявлены особенности проявления этих механизмов в зависимости от генотипа.

Испарение воды из листьев изученных сортов сливы происходит постепенно, с течением времени увеличивается. Количество испарившейся воды через 90 мин варьирует в пределах от 7,07 % у сорта Скороплодная до 16,54 % у сорта Евразия 21. Сорта сливы, полученные от скрещиваний китайско-американских сортов с сортами сливы домашней, в условиях недостатка влаги уступают контрольному сорту сливы домашней Рекорд по способности удерживать воду тканями листа (водоудерживающая способность), располагаются в следующей убывающей последовательности: Рекорд (контроль), Скороплодная, Орловский сувенир, Краса Орловщины, Неженка, Евразия 21.

В условиях естественной умеренной засухи у листьев всех испытанных сортов нет широко открытых устьиц. Устьица характеризуются средней степенью открытости: от 3,33 балла (Евразия 21) до 5,0 баллов (Неженка, Краса Орловщины, Рекорд). При последующем полном ограничении поступления влаги происходит быстрое сокращение степени открытости устьиц. Уже через 30 мин у сортов Скороплодная и Неженка степень открытости устьиц составляла 1,0 балл, а у сорта Орловский сувенир – 0,63 балла. По скорости сокращения степени открытости устьиц листьев (через 30 мин) сорта сливы располагаются в следующей убывающей последовательности: Орловский сувенир, Скороплодная, Неженка, Краса Орловщины, Рекорд (контроль), Евразия 21. Однако не все сорта в условиях полной засухи способны поддерживать работу механизма регуляции степени открытости устьиц длительное время (через 60 и 90 мин). По способности сохранять низкую степень открытости устьиц длительное время сорта сливы располагаются в следующей убывающей последовательности: Неженка, Орловский сувенир, Краса Орловщины, Рекорд (контроль), Евразия 21, Скороплодная.

Сорта со всеми полностью закрытыми устьицами листьев не выявлено.

Таким образом, по комплексу лучших показателей проявления механизмов физиологических адаптивных реакций растений на недостаток влаги выделились следующие сорта сливы: Орловский сувенир (3 показателя), Скороплодная (2 показателя), Неженка (2 показателя). Эти сорта целесообразно вовлекать в последующую синтетическую селекцию на устойчивость к засухе.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Албанов Н.С. Интенсивность транспирации у интродуцированных в Чуйскую долину Кыргызстана форм и сортов алычи // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. № 5. С. 5-10. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13535>

2. Баширова В.Р., Фещенко Е.М. Агробиологическая оценка адаптивных сортов сливы в условиях оренбургского Приуралья // Плодоводство и ягодоводство России. 2021. № 67. С. 247-253. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2021-67-50-98>. EDN: VQQQMZ
3. Борзых Н.В., Юшков А.Н., Богданов Р.Е. Оценка засухоустойчивости сортов сливы домашней методом индукции флуоресценции хлорофилла // Journal of Agriculture and Environment. 2023. № 3. <https://doi.org/10.23649/jae.2023.31.3.004>. EDN: DCGOMH
4. Гончарова Э.А., Магомедова Р.А., Еремин Г.В. Особенности водообмена разных по засухоустойчивости сортов сливы и алычи в период формирования урожая // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1979. Т. 64, № 3. С. 52-71. EDN: YHKRGP
5. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Рязанова Л.Г. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России. Краснодар, 2010. 131 с. EDN: QCSJBX
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN: ZJQBUD
7. Епринцев А.Т., Хожайнова Г.Н. Малый практикум по физиологии растений. Учебно-методическое пособие. Воронеж: ВГУ, 2018. 174 с.
8. Заремук Р.Ш. Адаптивный сортимент сливы для экологически устойчивого производства плодов в краснодарском крае // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. № 20. С. 1-7. EDN: P XB JDD
9. Ибрагимов К.Х. Проблемы развития садоводства России в условиях меняющегося климата // Вісник Уманського національного університету садівництва. 2014. № 1. С. 105-106. EDN: SJTDGT
10. Колесникова А.Ф., Джигадло Е.Н., Хабаров Ю.И. Результаты селекции сливы за 40 лет // Селекция и сорторазведение садовых культур. Орел, 1995. С. 180-185.
11. Кочубей А.А., Заремук Р.Ш. Исследование засухоустойчивости гибридного материала сливы домашней в условиях юга России // Аграрная наука. 2020. № 6. С. 94-98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-94-98>. EDN: YPAVAT
12. Сатибалов А.В. Влияние глобального потепления на региональный климат и его последствия для плодовых культур // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 69. С. 101-122. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-3-69-101-122>. EDN: DDYYMD
13. Солонкин А.В. Стратегия селекции вишни и сливы для создания сортов в Нижнем Поволжье, возделываемых по современным технологиям: дис. ... д-ра. с.-х. наук. Волгоград, 2018. 349 с. EDN: QUEHTA
14. Феськов С.А. Оценка засухоустойчивости сортов сливы домашней // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 40, № 2. С. 247-253. EDN: TBEFKF
15. Jangra M.S., Sharma J.P. Climate resilient apple production in Kullu valley of Himachal Pradesh // International Journal of Farm Sciences. 2013. Vol. 3, № 1. P. 91-98. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijfs&volume=3&issue=1&article=013&type=pdf>
16. Paudel I., Gerbi H., Wagner Y., Zisovich A., Sapir G., Brumfeld V., Klein T. Drought tolerance of wild versus cultivated tree species of almond and plum in the field // Tree Physiology. 2020. Vol. 40, № 4. P. 454-466. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpz134>
17. Mishko A., Sundyeva M., ZaremuK R., Mozhar N., Lutskiy E. Effects of drought on the physiological parameters of fruit crops leaves // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 34. P. 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213401009>
18. Gerbi H., Paudel I., Zisovich A., Sapir G., Ben-Dor Sh., Klein T. Physiological drought resistance mechanisms in wild species vs. rootstocks of almond and plum // Trees. 2022. Vol. 36. P. 669-683. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02238-0>
19. Fang Y., Xiong L. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants // Cellular and Molecular Life Sciences. 2015. Vol. 72. P. 673-689. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1767-0>

References

1. Albanov, N.S. (2023). Transpiration intensity in cherry plum forms and varieties introduced into the Chui valley of Kyrgyzstan. *International journal of applied and fundamental research*, 5, 5-10. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13535> (In Russian, English abstract).
2. Bashirova, V.R., & Feschenko, E.M. (2021). Agrobiological assessment of adaptive plum varieties in the conditions of the Orenburg Urals. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 67, 50-59. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2021-67-50-98>. EDN: VQQQMZ (In Russian, English abstract).
3. Borzyh, N.V., Yushkov, A.N., & Bogdanov, R.E. (2023). An evaluation of drought resistance of varieties of common plum by the method of chlorophyll fluorescence induction. *Journal of Agriculture and Environment*, 3. <https://doi.org/10.23649/jae.2023.31.3.004>. EDN: DCGOMH (In Russian, English abstract).
4. Goncharova, E.A., Magomedova, R.A., & Eremin, G.V. (1979). Water exchange peculiarities in plum and myrobalan plum varieties with different drought resistance in the period of yield formation. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 64, 52-71. EDN: YHKRGP (In Russian, English abstract).
5. Doroshenko, T.N., Zakharchuk, N.V., & Ryazanova, L.G. (2010). *Adaptive potential of fruit plants in the south of Russia*. Krasnodar. EDN: QCSJBX (In Russian).
6. Dospikhov, B.A. (1985). *Method of field experiment*. Moscow: Agropromizdat. EDN: ZJQBUD (In Russian).
7. Eprintsev, A.T., & Khozhainova, G.N. (2018). *Small workshop on plant physiology*. Voronezh: VSU. (In Russian).
8. Zaremuk, R. (2013). Adaptive assortment of plum for ecological stable production in the Krasnodar region. *Fruit growing and viticulture of South Russia*, 20, 1-7. URL: PXBJDD (In Russian, English abstract).
9. Ibragimov, K.Kh. (2014). Problems of development of gardening in Russia in a changing climate. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 105-106. EDN: SJTDGT (In Russian, English abstract).
10. Kolesnikova, A.F., Dzhigadlo, E.N., & Khabarov, Yu.I. (1995). Results of plum breeding over 40 years. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*, 180-185. Orel. (In Russian).
11. Kochubey, A.A., & Zaremuk, R.S. (2020). Study of drought tolerance of hybrid material of home plum in southern Russia. *Agrarian science*, 6, 94-98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-94-98>. EDN: YPAVAT (In Russian, English abstract).
12. Satibalov, A.V. (2021). The influence of global warming on the regional climate and its consequences for fruit crops. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*, 69, 101-122. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-3-69-101-122>. EDN: DDYYMD (In Russian, English abstract).
13. Solonkin, A.V. (2018). *Breeding strategy for cherries and plums to create varieties in the Lower Volga region, cultivated using modern technologies (Agri. Sci. Doc. Thesis)*. Volgograd. EDN: QUEHTA (In Russian).
14. Feskov, S.A. (2014). Evaluation of drought-resistant varieties of plum domestica. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 40(2), 247-253. EDN: TBEFKF (In Russian, English abstract).
15. Jangra, M.S., & Sharma, J.P. (2013). Climate resilient apple production in Kullu valley of Himachal Pradesh. *International Journal of Farm Sciences*, 3(1), 91-98. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijfs&volume=3&issue=1&article=013&type=pdf>
16. Paudel, I., Gerbi, H., Wagner, Y., Zisovich, A., Sapir, G., Brumfeld, V., & Klein, T. (2020). Drought tolerance of wild versus cultivated tree species of almond and plum in the field. *Tree Physiology*, 40(4), 454-466. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpz134>

17. Mishko, A., Sundryeva, M., Zaremuik, R., Mozhar, N., & Lutskiy, E. (2021). Effects of drought on the physiological parameters of fruit crops leaves. *BIO Web of Conferences*, 34, 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213401009>
18. Gerbi, H., Paudel, I., Zisovich, A., Sapir, G., Ben-Dor, Sh., & Klein, T. (2022). Physiological drought resistance mechanisms in wild species vs. rootstocks of almond and plum. *Trees*, 36, 669-683. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02238-0>
19. Fang, Y., & Xiong, L. (2015). General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72, 673-689. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1767-0>

Авторы:

Инна Эрнестовна Федотова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедры почвоведения и прикладной биологии, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», fedotovaie@mail.ru
SPIN: [6812-4225](#)

Ольга Викторовна Острикова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», ostrikova_ov@mail.ru
SPIN: [4591-4819](#)

Елена Леонидовна Хархардина, старший преподаватель кафедры почвоведения и прикладной биологии, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», harhardinaelena@gmail.com
SPIN: [9906-5860](#)

Authors details:

Inna Fedotova, PhD in Adiculture, Associate Professor, Head of Department of Scientiae Solae et Acta Biologiae of the Orel State University named after I.S. Turgenev, fedotovaie@mail.ru
SPIN: [6812-4225](#)

Olga Ostrikova, PhD in Adiculture, Associate Professor in Department of Scientiae Solae et Acta Biologiae of the Orel State University named after I.S. Turgenev, ostrikova_ov@mail.ru
SPIN: [4591-4819](#)

Elena Kharkhardina, Senior lecturer in Department of Scientiae et Acta Biologiae of the Orel State University named after I.S. Turgenev, harhardinaelena@gmail.com
SPIN: [9906-5860](#)

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.