

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRICULTURAL SCIENCES

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-99-105>



УДК 634.25:581.1:632.112

© 2021

Поступила 09.08.2021

Received 09.08.2021

Принята в печать 30.09.2021

Accepted 30.09.2021

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ ПЕРСИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАСУХИ

Юлия С. Абильфазова

*ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»;
ул. Яна Фабрициуса, д. 2/28, г. Сочи, 354002, Российская Федерация*

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СНЦ РАН № 0492-2021-0008
«Создание, изучение и сохранение генофонда коллекции
субтропических и декоративных культур»

Аннотация. Статья представлена экспериментальными данными по физиолого-биохимическим исследованиям косточковой культуры на примере *Persica vulgaris* (Mill.) во влажных субтропиках России. Исследования проводятся с 2011 года в лаборатории физиологии и биохимии растений Субтропического научного центра РАН на различных по срокам созревания сортах персика, выращиваемых во влажных субтропиках России. Для выявления каких-либо физиологических изменений в организме растений персика во время засухи, особенно летом, проводятся комплексные диагностические исследования водного режима (тургесцентность листа, определение толщины листовой пластинки, водный дефицит) и пигментного состава, характеризующие функциональное состояние растений персика. В неблагоприятных условиях у перспективных сортов отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам выше, что подтверждает их более развитый адаптационный потенциал. Такого характера исследования проводятся с целью выявления и подбора устойчивых растений персика среди исследуемых сортов, которые соответствовали бы влажному региону Черноморского побережья Краснодарского края. В субтропической зоне нашего региона всегда остро стоял и стоит вопрос засухоустойчивости, так как воздействие отрицательных факторов окружающей среды (прохладная весна, сопровождающаяся морозящими дождями и длительная летняя нехватка влаги воздушной и почвенной) на растения персика приводят к снижению урожайности и ухудшению качества плодов,

что делает их малопригодными и нетранспортабельными. Установлено, что испытываемые растения сорта персика Мэйкрест, Файэт, Лариса отличались высокими физиологическими показателями, такими как: низкий водный дефицит – 12,20–14,65%, тургесцентность листьев – 0,18 мм, насыщенность тканей листа в пределах 70,12–79,21%, содержание каротиноидов – 0,5–0,7 ед., что является подтверждающим признаком их высокой устойчивости к отрицательным воздействиям погодных условий юга России.

Ключевые слова: персик, сорта, субтропики, абиотические факторы, водообеспеченность, засухоустойчивость, водный режим, тургесцентность листа, оводненность, пигменты, урожайность

Для цитирования: Абиляфазова Ю.С. Изменения физиологического состояния растений персика под влиянием засухи // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 99-105. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-99-105>

CHANGES IN THE PHYSIOLOGICAL STATE OF PEACH PLANTS INFLUENCED BY DROUGHT

Yuliya S. Abilfazova

*FSCIS «Federal Research Center «Subtropical Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences»;
2/28 Yan Fabricius str., Sochi, 354002, the Russian Federation*

ACKNOWLEDGEMENT

The publication was prepared in the framework of the implementation of the State Health Protection Research Center of the SSC the RAS No. 0492-2021-0008 «Creation, study and preservation of the gene pool of a collection of subtropical and ornamental crops»

Abstract. The article presents experimental data on physiological and biochemical studies of stone fruit culture on the example of *Persica vulgaris* (Mill.) In the humid subtropics of Russia. The research has been carried out since 2011 in the Laboratory of plant physiology and biochemistry of the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences on peach varieties of different ripening periods grown in the humid subtropics of Russia. To identify any physiological changes in the body of peach plants during drought, especially in summer, comprehensive diagnostic studies of the water regime (leaf turgidity, determination of the thickness of the leaf blade, water deficiency) and pigment composition are carried out, characterizing the functional state of peach plants. Under unfavorable conditions, promising varieties have a higher ratio of chlorophylls to carotenoids, which confirms their more developed adaptive potential. Studies of this nature have been carried out in order to identify and select resistant peach plants among the studied varieties, which would correspond to the humid region of the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. In the subtropical zone of our region, the issue of drought resistance has always been acute, since the impact of negative environmental factors (cool spring, accompanied by drizzling rains and a long summer shortage of air and soil moisture) on peach plants lead to a decrease in productivity and a deterioration in the quality of fruits, which makes their unsuitable and non-transportable. It has been found that among the tested plants, peach varieties Maycrest, Fayet, Larisa have been distinguished by high physiological indicators, such as: low water deficiency – 12,20–14,65%, leaf turgidity – 0,18 mm, saturation of leaf tissues within 70,12–79,21%, the content of carotenoids is 0,5–0,7 units, which is a confirming sign of their high resistance to the negative effects of weather conditions in the south of Russia.

Keywords: peach, varieties, subtropics, abiotic factors, water availability, drought resistance, water regime, leaf turgidity, water content, pigments, productivity

For citation: Abilfazova Yu.S. Changes in the physiological state of peach plants influenced by drought. New technologies. 2021; 17(5):99-105. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-99-105>

Теплолюбивая и светолубивая косточковая культура персик растет быстро благодаря высокой побегообразовательности и рано начинает давать урожай (на 3–4-й год после посадки). Издавна считается, что персик скороплодная и экономически выгодная культура, но очень требовательная к условиям произрастания [1; 2; 3].

Казалось бы, во влажных субтропиках России погодно-климатические условия при возделывании культуры персика соответствуют биологическим особенностям роста и развития данного растения. Но за видимостью благоприятного сочетания погодных и климатических факторов в системе возделывания персика встречаются существенные сложности: экспозиция склона на освещенность кроны, небольшая глубина почвенного слоя – до 70–80 см, активность эрозионных и оползневых участков и, конечно же, средства защиты растений. Далее, для закладки и развития плодовых и цветочных почек персика на юге России лимитирующим фактором является гидротермический режим (осенне-зимний недостаток холода, прохладная весна, летняя засуха с критически высокой температурой воздуха – до +34°C и более с влажностью до 86%, выпадением осадков ниже нормы), который провоцирует неблагоприятное воздействие на водообеспеченность растений в субтропической зоне [4; 5]. В большинстве случаев период засухи начинается с третьей декады июня или в начале июля и продолжается до конца августа, что негативно воздействует на культуру персика. Данный факт во влажных субтропиках представляет особый интерес для исследователей и является актуальным для изучения.

Для создания форм растений с повышенной устойчивостью к стресс-факторам необходимо привлечение не

только местной популяции, а также из республик Средней Азии, Закавказья, Дагестана с учетом природно-климатических условий, но и разнообразным материалом из мест естественного произрастания (Персия, Китай, Иран).

Целью наших исследований является выявление наилучших сортов персика среди испытываемых растений, которые отличались бы высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим условиям субтропиков России, а также хорошим и стабильным урожаем с высокими вкусовыми качествами продукции для продления сроков обеспечения населения свежими плодами [6; 7; 8].

Методы и объекты исследований

Изучение коллекции персика проводится с 2011 года в открытом грунте в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур на плантации Федерального исследовательского центра Субтропического научного центра Российской академии наук [9]. Опыт расположен на участке 0,5 га с площадью питания 5×2 м, на высоте до 70 м над уровнем моря, год посадки – 2008, с V-образной кроной. Физиологические исследования проводятся при Центре в лаборатории физиологии и биохимии растений классическими методами [10; 11; 12]. Для выявления наиболее устойчивых растений персика к дестабилизации погодных условий побережья России взяты сорта: Лариса (конт.), Коллинс, Мэйкрест, Зафрани, Миорита, Ромео, Славный, Файэт.

Для того чтобы определить устойчивость персика к нарушениям и изменениям погодных условий, использованы показатели, характеризующие их функциональное состояние: оводненность листовых пластинок [10]; тургесцентность тканей листа [11]; оценка засухоустойчивости [10]; содержание хлорофиллов а, b и каротиноидов

в листьях спектрофотометрическим методом в ацетоновых экстрактах [12].

Почва опытного участка – бурая лесная, слабонасыщенная, глубина слоя 70–80 см, содержание гумуса составляет 1,39–2,95%, рН=6,49–7,86. Агротехника общепринятая для выращивания культуры персика в условиях влажных субтропиков России. Индикаторным органом являются физиологически зрелые листья персика – 7–9-й от основания побега, которые отбирали с июня по август на фоне естественного повышения температуры воздуха.

Статистическая обработка результатов методом дисперсионного анализа по Доспехову, а также с применением математического пакета программ Excel XP.

Результаты исследований

Для того чтобы дольше продолжалась жизнедеятельность растительного организма, клеткам необходимо определенное количество воды для выполнения своих функций. Однако дестабилизация погодных условий влажных субтропиков может воспрепятствовать естественному процессу поступления и испарения воды в организм, в результате которого теряется большое количество воды, т.е. происходит физиологическое нарушение процесса транспирации, что приводит к стрессу и водному дефициту [13].

Экспериментальные данные, полученные в третьей декаде июня в условиях влажных субтропиков России, не выявили нарушений в водообеспеченности растений персика. В благоприятный период у испытуемых растений персика водный дефицит в среднем достигал 9,18–12,10%, толщина листа составляла 0,17–0,19 мм, оводненность находилась в пределах нормы: 64,24–66,04%. Однако с наступлением критически жаркого периода (начало июля и август включительно) выявлено, что насыщенность тканей листа водой была неоднородной по опыту.

Как видно из рисунка, у сортов персика Мэйкрест, Файэт, Лариса отмечены следующие показатели: водный дефицит

находился в пределах 12,20–14,65%, тургесцентность листьев персика достигала 0,18 мм, было установлено высокое насыщение клеток водой от 70,12 до 79,21%, довольно высокий показатель каротиноидов – 0,5–0,7 ед., подтверждающие высокую устойчивость указанных выше сортов к гидротермическим нарушениям погодных условий субтропической зоны России (рис.). В неблагоприятный по водообеспеченности период и на фоне высоких температур воздуха +34–36°C у менее устойчивых сортов персика Славный, Миорита, Ромео и Зафрани было отмечено повышение показателя водного дефицита до 16,11–21,05%, который спровоцировал снижение толщины листа до 0,12 мм, а это в свою очередь приводило к огромной потере тургора листьев, а также снижению оводненности тканей листа до 51,11–57,14%. Полученные результаты свидетельствуют об отрицательном влиянии температурного стрессора на растения персика с изменением анатомических характеристик листа. Низкая устойчивость сортов Славный, Миорита, Ромео, Зафрани к стресс-факторам влажных субтропиков России не уменьшает их ценности для селекции в качестве доноров. Например, сорт Славный отобран в горных районах Сочи на высоте 600 м над уровнем моря. Такая высота подразумевает и снижение температуры на 4°C больше, чем на побережье Черного моря в условиях субтропиков России. Сорт требователен к холоду в зимнее время, а летом к теплу, но вместе с тем отличается высокой устойчивостью к курчавости персика.

Основным критерием оценки функционального состояния растений является фотосинтетический аппарат, который чувствителен к любым внешним воздействиям. Неблагоприятные условия (повышение температуры воздуха до +30°C и выше в период с июня по август и недостаточная водообеспеченность растений) приводили к нарушению синтеза зеленых пиментов. Полученные данные

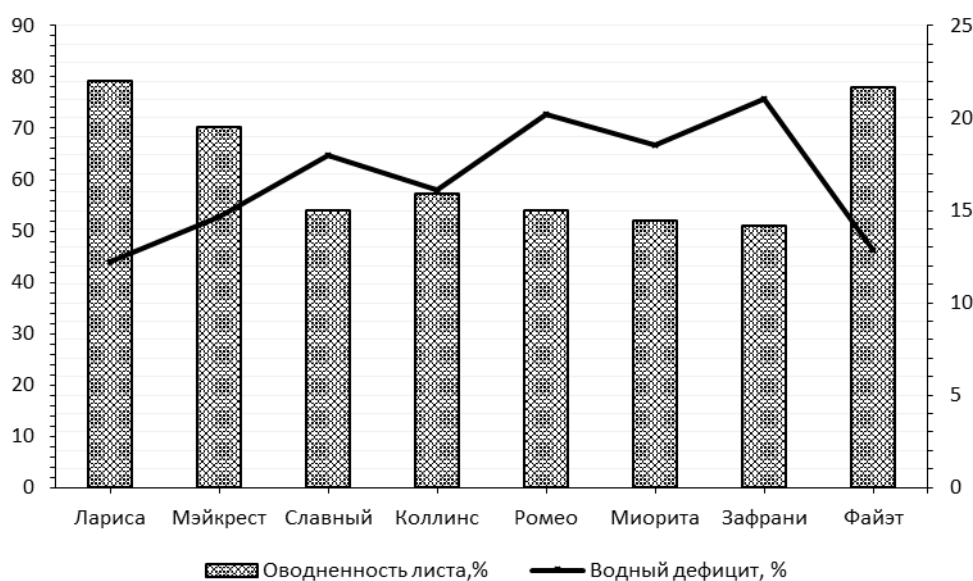


Рис. 1. Водный режим персика в засушливый период

Fig. 1. Peach water regime in a dry season

по содержанию хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов показали, что в момент активного нарастания ассимиляционной поверхности листьев персика вместе с увеличением хлорофиллов *a* и *b* у сортов Лариса, Файэт и Мэйкрест отмечалось увеличение отношение суммы хлорофиллов к сумме каротиноидов ($Ca+b/карот$) с высокой степенью корреляции, как с водным режимом $r = +0,8$, так и с термическим фактором $r = -0,9$, отвечающее за адаптивный потенциал растений персика. Установлена тесная корреляционная связь между накоплением каротиноидов и абиотическими факторами среды $r = +0,7$. Показатель высокого содержания каротиноидов используют в качестве диагностического критерия оценки устойчивости к дестабилизации погодных условий побережья России.

Экспериментальные данные, полученные по водному режиму и пигментному составу листьев персика, позволяют судить о том, что в сравнении с устойчивыми сортами Лариса, Файэт, Мэйкрест менее устойчивые – Коллинс, Славный, Зафрани, Миорита, Ромео. Эти данные у сортов Коллинс, Славный, Зафрани, Миорита, Ромео оказались существенно ниже

– в 1,4 раза, что свидетельствует об их отрицательной зависимости от неблагоприятных погодных условий субтропической зоны Краснодарского края.

Достоверно полученные физиологические показатели характеризовали реакцию *Persica vulgaris* (Mill.) на экстремальные погодные условия в зоне влажных субтропиков, что позволило нам дифференцировать исследуемые растения персика на разные группы устойчивости, которые оценивали по 5-балльной шкале. Высокой устойчивостью к гидротермическим стресс-факторам отличались сорта среднего и позднего сроков созревания Мэйкрест, Файэт, Лариса с оценкой 4–5 баллов, остальные сорта раннего созревания Коллинс и позднего сроков созревания Славный, Миорита, Зафрани имели низкие оценки – 2–3 балла, что характеризовало их как малоустойчивые к неблагоприятным погодным условиям сорта.

Работая с различными сортами растений персика в неблагоприятный по водообеспеченности период, необходимо учитывать тот факт, что испытуемые растения по-разному реагируют на высокие температуры и относительную влажность

воздуха в летнее время, что непосредственно зависит от специфики проявления температурного стрессора в соответствующие годы, а не только от функционального состояния растений [14].

Полученные результаты позволили выявить отрицательное влияние неблагоприятных факторов на изменение физиологического состояния растений персика. На момент исследований среди испытываемых культур персика, возделываемых в субтропической зоне России, свою высокую устойчивость к болезням и неблагоприятным факторам подтвердили сорта Лариса, Мэйкрест и Файэт, а сорта Коллинс, Славный, Зафрани, Миорита и Ромео оказались наиболее уязвимыми к абиотическим и биотическим проблемам влажных субтропиков и менее устойчивыми к отрицательным погодным условиям Черноморского побережья России.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что процесс потери воды листьями персика зависит не только от сорта, но и от места расположения исследуемой

культуры и морфофизиологического состояния растения. Установлено, что показатели водного режима и пигментной системы тесно коррелируют с устойчивостью растений персика к гидротермическим нарушениям окружающей среды. Установлены физиолого-биохимические критерии, характеризующие высокие адаптивные возможности растений персика: у сортов Мэйкрест, Файэт, Лариса отмечен низкий водный дефицит от 12,20 до 14,65%, толщина листовой пластинки достигала 0,18 мм, насыщенность тканей листа находилась в пределах 70,12–79,21%, отмечен высокий показатель каротиноидов – от 0,5 до 0,7 ед., что является подтверждающим признаком их высокой устойчивости к негативным воздействиям погодных условий Юга России. Выявлено, что водный режим и сумма каротиноидов находятся в тесной зависимости с устойчивостью различных сортов персика к абиотическим факторам Черноморского побережья Краснодарского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шайтан И.М., Чуприна Л.М., Анпилогова В.А. Биологические особенности и выращивание персика, абрикоса и алычи. Киев: Наукова Думка, 1989. С. 6–154.
2. Ерёмин Г.В. Помология // Косточковые культуры. Орёл, 2008. Т. 3. 315 с.
3. Абиляфазова Ю.С. Физиолого-биохимические показатели устойчивости персика в зависимости от погодных условий Сочи // Садоводство и виноградарство. 2014. № 4. С. 42–44.
4. Абиляфазова Ю.С. Устойчивость персика к стресс-факторам влажных субтропиков России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 40–42.
5. Ліщук А.І., Єлманова Т.С. Вплив літньої посухи на морфогенез генеративних бруньок кісточкових культур // Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі (Львів, липень 1–4, 1998): мат.-ли міжнар. конф. Львів: Сполом, 1998. С. 218.
6. Смагин Н.Е. Подбор сортов персика для субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство: сборник научных трудов. 2012. Вып. 47. С. 77–83.
7. Смагин Н.Е., Абиляфазова Ю.С. Бесперывный конвейер плодов персика // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 6. С. 49–51.
8. Абиляфазова Ю.С. Корреляционная зависимость показателей водного статуса *Persica vulgaris* (Mill.) от гидротермических стрессоров влажных субтропиков России // Новые технологии. 2018. Вып. 1. С. 100–105.
9. Седова Н.Е., Огольцова Г.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
10. Практикум по физиологии растений / под ред. И.И. Гунара. М.: Колос. 1972. 168 с.
11. Экспресс-метод диагностики жароустойчивости и сроков полива растений / Кушнirenко М.Д. [и др.]. Кишинев: Штиинца. 1986. 38 с.

12. Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.
13. Abilfazova Yu., Belous O. Evaluation of the functional state of peach varieties (*Prunus persica* Mill.) when exposed hydrothermal stress to plants. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018; 12(1):723–728.
14. Дорошенко Т.Н. Устойчивость плодовых и декоративных растений к высоким температурам: физиологический аспект // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2013. № 86 (02). С. 426–440.

REFERENCES:

1. Shaytan I.M., Chuprina L.M., Anpilogova V.A. Biological features and cultivation of peach, apricot and cherry plum. Kiev: Naukova Dumka; 1989. P. 6–154. (In Russ).
2. Eremin G.V. Pomology. Stone cultures. Orel; 2008. 315 p. (In Russ).
3. Abilfazova Yu.S. Physiological and biochemical indicators of peach resistance depending on weather conditions in Sochi. *Gardening and viticulture*. 2014; 4:42–44. (In Russ).
4. Abilfazova Yu.S. Peach resistance to stress factors of humid subtropics of Russia. *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2016; 6:40–42. (In Russ).
5. Лішук А.І., Єлманова Т.С. Вплив літньої посухи на морфогенез генеративних бруньок кісточкових культур. Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі (Львів, липень 1–4, 1998): мат-ли міжнар. конф. Львів: Сполом, 1998; 218 p.
6. Smagin N.E. Selection of peach varieties for the subtropics of Russia. *Subtropical and decorative gardening: collection of scientific papers*. 2012; 47:77–83. (In Russ).
7. Smagin N.E., Abilfazova Yu.S. Continuous conveyor of peach fruits. *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2015; 6:49–51. (In Russ).
8. Abilfazova Yu.S. Correlation dependence of indicators of water status of *Persica vulgaris* (Mill.) on hydrothermal stressors of humid subtropics of Russia. *New technologies*. 2018; 1:100–105. (In Russ).
9. Sedov N.E., Ogoltsova G.P. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPК; 1999. 606 p. (In Russ).
10. Gunar I.I. Workshop on plant physiology. Moscow: Kolos; 1972. 168 p. (In Russ).
11. Kushnirenko M.D. et al. Express-method for diagnostics of heat resistance and timing of watering plants. Chisinau: Shtiintsa; 1986. 38 p. (In Russ).
12. Shlyk A.A. Determination of chlorophyll and carotenoids in extracts of green leaves. *Biochemical methods in plant physiology*. Moscow: Nauka; 1971. P. 154–170. (In Russ).
13. Abilfazova Yu., Belous O. Evaluation of the functional state of peach varieties (*Prunus persica* Mill.) when exposed hydrothermal stress to plants. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018; 12(1):723–728. (In Russ).
14. Doroshenko T.N. Resistance of fruit and ornamental plants to high temperatures: a physiological aspect. *Polythematic network electronic scientific journal of KubSAU*. 2013; 86(02):426–440. (In Russ).

Информация об авторе / Information about the author

Юлия Сулевна Абиляфазова, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», кандидат биологических наук
Citrus_Sochi@mail.ru

Yulia S. Abilfazova, a senior researcher of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry of FSBIS «Federal Research Center «Subtropical Research Center of the Russian Academy of Sciences», Candidate of Biology
Citrus_Sochi@mail.ru