

## ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛООВОГО ШОКА

З.Е. Ожерельева , к. с.-х. н.

А.М. Галашева, к. с.-х. н.

Н.Г. Красова, д. с.-х. н.

*ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, ozherelieva@vniispk.ru*

### Аннотация

Исследования проводили на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ ВНИИСПК в 2014...2016 годы. Материалом исследований служили слаборослые сорто-подвойные комбинации яблони. Основной целью настоящих исследований было изучение физиологических параметров водного режима сорто-подвойных комбинаций яблони в связи с их жаростойкостью. В течение вегетационного периода определяли оводненность листьев, потери воды и восстановление оводненности после теплового шока у летних сортов яблони, выращенных на карликовом подвое 62-396 и вставках 62-396 и 3-17-38. В ходе эксперимента установили высокий уровень оводненности листьев сортов яблони от 71,5 до 73,1% в начале вегетации. Средний уровень оводненности листьев у изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони от 64,3 до 65,5% отметили в период интенсивного роста побегов, формирования плодов (июнь–август). Однако за годы исследования в среднем все слаборослые сорто-подвойные комбинации яблони характеризовались средним уровнем оводненности листьев от 65,3 до 66,0%. В результате существенного различия между сортами, вставками и подвоем по оводненности листьев не выявили. Установили, что в среднем за два года сорт Яблочный Спас терял воды после теплового шока (34,7%) меньше, чем Орлинка (42,7%). Достоверно доказано различие между сортами по потере воды после теплового шока при  $p < 0,05$ . При этом у сортов выявили наибольшую водоудерживающую способность на карликовом подвое 62-396 – 102,7%. За годы исследования после воздействия высокотемпературного стресса (+50°C) и насыщения водой изученные сорто-подвойные комбинации яблони обладали высокой способностью восстанавливать оводненность листьев. Анализ результатов по восстановлению оводненности существенного различия между сортами, подвоем и вставками не выявил. В результате проведенного эксперимента с наибольшим потенциалом жаростойкости выделены все сорто-подвойные комбинации Яблочного Спаса и Орлинка на карликовом подвое 62-396.

**Ключевые слова:** яблоня, сорт, карликовый подвой, интеркалярная вставка, тепловой шок, жаростойкость

## THE STUDY OF APPLE RESISTANCE UNDER CONDITIONS OF HEAT SHOCK

Z.E. Ozherelieva , cand. agr.sci.

A.M. Galasheva, cand. agr.sci.

N.G. Krasova, doc. agr.sci.

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPK, ozherelieva@vniispk.ru*

### Abstract

The studies were carried out on the basis of the laboratory of physiology of fruit plant resistance at the FGBNU VNIISPK in 2014–2016. The material of the studies was of apple dwarf combinations cultivar-rootstock. The main purpose of the present studies was to study the physiological parameters of the water regime of apple cultivar-rootstock combinations in connection with their heat resistance. During the growing season, the water content of the leaves, water losses and restoration of water content after heat shock in summer apple cultivars grown on dwarf rootstock 62-396 and insets 62-396 and 3-17-38 were determined. In the course of the experiment, a high level of water content in the leaves of apple cultivars was established from 71.5 to 73.1% at the beginning of the growing season. The average level of water content of the leaves in the studied of apple cultivar-rootstock combinations from 64.3 to 65.5% was noted during the period of intensive shoot growth, fruit formation (June-August). However, during the years of the study, on average, all the apple cultivar-and-rootstock combinations were characterized by an average level of leaf water content from 65.3 to 66.0%. As a result, there was no significant difference between cultivars, insets and rootstock in the water content of the leaves. It was established that, on average, the Yablochy Spas lost water after a heat shock (34.7%) less than Orlinka (42.7%) on average for two years. The difference between the varieties on loss of water after heat shock at  $p < 0.05$  has been reliably proven. At the same time, the cultivars showed the highest water-retaining capacity on the dwarfish rootstock of 62-396 – 102.7%. During the years of research, after the exposure to high-temperature stress (+ 50°C) and water saturation, the studied apple cultivar-and-rootstock tree combinations had a high ability to restore the watered leaves. Analysis of the results of restoration of water content did not reveal a significant difference between cultivars, rootstock and insets. As a result of the experiment with the highest heat-resistance potential, all combinations of the Yablochy Spas and Orlinka were identified on the dwarf rootstock 62-396.

**Key words:** apple, cultivar, dwarf rootstock, intercalary insert, heat shock, heat resistance

### Введение

Яблоня – основная плодовая культура в средней зоне садоводства. Устойчивость сортов яблони к неблагоприятным условиям внешней среды является одной из важнейших характеристик, определяющих их хозяйственную ценность и экономическую эффективность в зонах возделывания. Одним из климатических факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на сорта яблони во время вегетации, является жара.

Недостаток влаги и действие высоких температур в летний период ухудшают качество и снижают урожайность плодовых культур, в частности яблони. Под действием высоких температур у яблони желтеют и преждевременно опадают листья, появляются ожоги и некротические пятна, осыпаются завязи и плоды, рано приостанавливается рост побегов. Аномально высокие температуры приводят к нарушению водообмена у растений, что приводит к угнетению растений [1]. Наиболее информативными физиологическими показателями оценки жаростойкости являются потеря воды и степень восстановления оводненности. В связи с тем, что в последнее время участились экстремально высокие температуры воздуха на фоне продолжительной засухи в летний период, исследования водного режима в условиях теплового шока сохраняют свою актуальность [4, 5, 6, 7].

**Целью** наших исследований – изучение физиологических параметров водного режима слаборослых сорто-подвойных комбинаций яблони в период вегетации в связи с их жаростойкости.

#### **Материалы и методика исследований**

Изучение жаростойкости проводили на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (ВНИИСПК) в 2014 и 2016 годы. Объектом исследований служили летние сорта яблони Яблочный Спас (3х, V<sub>f</sub>) и Орлинка (2х). В качестве подвоев изучали карликовые формы: 62-396 (подвой) и 62-396, 3-17-38 (вставки). Квартал посажен в 2011 году, схема посадки 5×2 м. Форма кроны деревьев – веретено. Содержание междурядьев и приствольных полос – черный пар. В качестве семенного подвоя для интеркалярной вставки использовали сеянцы Антоновки обыкновенной.

Исследования проводились, согласно методическим рекомендациям В.Г. Леонченко и др. [3]. Для определения жаростойкости сортов яблони использовали метод теплового шока в 2-кратной повторности по 5 листьев в каждом повторении. Пробы листьев брали в сухую жаркую погоду, в утренние часы. Для определения общей оводненности и сухой массы брали по 5 листьев в двух повторностях, раскладывали в металлические бюксы и высушивали в термостате «Binder» BD23 при температуре 105°C до постоянной массы. В климатической камере «Espec» PSL-2KPH воздействовали t +50°C (1,5 часа) на листья яблони. После теплового шока определяли потери воды листьями яблони. Для определения способности к восстановлению оводненности после теплового шока листья взвешивали и ставили на насыщение водой на 12 часов, после чего их снова взвешивали [3].

Статистическую обработку результатов выполнили методом дисперсионного анализа [2] с использованием программы MS Excel.

#### **Результаты и их обсуждение**

В мае 2014 г. в первой декаде выпало достаточное количество осадков 25,3 мм. Во второй и вначале третьей декады мая осадков практически не было, и максимальная температура воздуха 26 мая достигала отметки – +30,5°C. В результате чего в этот период сложилась атмосферная засуха, и поэтому на момент взятия проб листьев (26 мая) ГТК был несколько ниже нормы – 0,8. Однако недостаток влаги в воздухе, при достаточном запасе воды в почве, негативно не сказался на водном режиме изучаемых сортах яблони. Слаборослые сорто-подвойные комбинации яблони характеризовались высокой оводненностью в мае от 70,1 до 81,4%. В июне несколько ухудшались погодные условия, и максимальная температура воздуха повышалась до +31,5°C и осадков выпало ниже нормы 21,6 мм. И момент взятия проб листьев яблони (24 июня) ГТК был низкий – 0,6. В

результате снижения влагообеспеченности в июне отмечено снижение оводнённости листьев до среднего уровня от 58,3 до 65,9%. То же самое прослеживалось и в июле максимальная температура воздуха повышалась до отметки +31,2°C, ГТК был очень низкий – 0,4. Август был самый жаркий месяц в 2014 году. Максимальная температура воздуха достигала отметки +35,2°C и ГТК был очень низкий – 0,2. Практически у всех сорто-подвойных комбинаций яблони в июне (от 56,4 до 64,5%) и в августе (от 54,2 до 68,7%) установилась оводнённость листьев на среднем уровне. В среднем за вегетацию все сорта обладали средним уровнем оводненности листьев от 64,3 до 68,6%. В мае 2015 года выпало достаточное количество осадков 38,1 мм, максимальная температура воздуха достигала отметки – 29,6°C, ГТК был ближе к норме – 0,9. В начале июня оводненность листьев яблони была на среднем уровне от 66,0 до 69,4%, только сорт Яблочный Спас на вставочном подвое 62-396 характеризовался высокой оводненностью листьев – 70,1%. В июне, несколько ухудшаются погодные условия, осадков выпало ниже нормы – 29,2 мм, максимальная температура воздуха достигала отметки +30,8°C и ГТК равен был – 0,6. В июле выпало осадков выше нормы 71,3 мм, максимальная температура воздуха данного месяца +34,0°C, при этом ГТК был в норме – 1,1. В августе отмечены засушливые условия, осадков выпало всего – 1,7 мм, максимальная температура воздуха достигала отметки +33,0°C и ГТК был очень низкий – 0,03. В среднем за вегетацию 2015 года у изученных сорто-подвойных комбинаций яблони также отмечена средняя оводнённость от 63,3 до 66,7%. В 2016 году максимальная температура воздуха в мае была +27,0°C и +26°C в начале июня, когда брали пробы листьев. ГТК в начале июня был в норме – 1,1. В этот период установлен средний уровень оводненности (66,8...69,7%) листьев у изученных слаборослых сорто-подвойных комбинаций яблони. В начале июля в период активного формирования плодов максимальная температура воздуха повышалась до +30°C и ГТК был несколько ниже нормы 0,89. Во II декаде месяца максимальная температура воздуха повышалась до отметки +34°C, наблюдали некоторое снижение оводненности листьев яблони, хотя и сохранялся средний уровень в пределах от 58% до 64,8%. Это говорит о том, что происходит отток воды из листьев к плодам. В начале августа отметили максимальную температуру воздуха +34,5°C, но при этом происходило некоторое повышение оводненности листьев практически у всех изучаемых сорто-подвойных комбинаций, т.к. в конце июля выпало осадков выше нормы, и ГТК был – 1,0. В среднем за вегетацию 2016 года отметили так же, как и в предыдущие годы, средний уровень оводнённости от 64,5 до 66,4% у слаборослых сорто-подвойных комбинаций яблони. Дисперсионный анализ не установил достоверного различия между сортами и подвоями яблони по оводненности листьев за годы исследования (таблица 1).

Таблица 1 – Оводнённость листьев сорто-подвойных комбинаций яблони в период вегетации (2014...2016 гг.), %

Вставка, подвой, В	Сорт, А		Среднее, В
	Яблочный Спас	Орлинка	
3-17-38 (вставка)	65,6	66,3	66,0
62-396 (вставка)	65,9	66,7	66,3
62-396 (корнесобственный)	66,4	64,2	65,3
Среднее, А	66,0	65,7	-
$F_{\phi} < F_{\tau}$			

Высокая температура (тепловой шок) пагубно влияет на водный режим растений яблони, увеличивая водопотери в тканях листьев и повреждая их. За исследуемый период 2014 года у сорта Яблочный Спас отметили меньшие потери воды листьями после

теплого шока на изучаемых вставках и карликовом подвое от 33,3 до 37,0%. Сорт Орлинка после теплового шока больше терял воды (от 39,2 до 49,2%), чем Яблочный спас. Наибольшие потери воды отмечены у Орлинки на вставках 62-396 (49,2%) и 3-17-38 (45,6%). На карликовом подвое 62-396 сорт Орлинка после перегрева потерял воды – 39,2%. За вегетационный период 2015 года у сорта Яблочный Спас отметили меньшие потери воды листьями после теплового шока на изученных карликовом подвое и вставках (от 29,8 до 35,6%), также как и в 2014 году. Наибольшие потери воды отмечены у сорта Орлинка на вставках 62-396 (51,6%) и 3-17-38 (40,0%). За летние месяцы 2016 года сорт Яблочный Спас характеризовался также меньшими потерями воды листьями после теплового шока на карликовом подвое и вставках (от 33,6 до 40,2%). Сорт Орлинка на изучаемых вставках и подвое больше терял воды (от 37,2 до 41,4%) после теплового шока.

В среднем за три года меньшими потерями воды после теплового шока характеризовались все слаборослые сорто-подвойные комбинации Яблочного Спаса и сорт Орлинка на корнесобственном подвое 62-396. Дисперсионный анализ результатов установил достоверное различие между сортами по потери воды листьями после теплового шока. Существенного различия между карликовым подвоем и вставками яблони не отметили. Достоверного взаимовлияния сортов, подвоя и вставок на потери воды листьями после теплового шока не выявили (таблица 2).

Таблица 2 – Потери воды в листьях слаборослых сорто-подвойных комбинаций яблони после теплового шока (+50°C) 2014...2016 гг., %

Вставка, подвой, В	Сорт, А		Среднее, В
	Яблочный Спас	Орлинка	
3-17-38 (вставка)	35,3	41,4	38,4
62-396 (вставка)	34,2	46,8	40,5
62-396 (корнесобственный)	34,6	39,8	37,2
Среднее, А	34,7	42,7	
НСР $A_{0,05}=3,2$		НСР $B_{0,05} F_{\phi}=1,6 < F_{\tau}=3,2$	НСР $AB_{0,05} F_{\phi}=2,2 < F_{\tau}=3,2$

В летний период 2014 года после воздействия температурой +50°C и последующего насыщения водой изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони обладали высокой способностью восстанавливать оводненность от 89,8 до 94,5%. В 2015 году после воздействия высокотемпературного стресса (+50°C) и насыщения водой изученные сорто-подвойные комбинации яблони обладали также высокой способностью восстанавливать оводненность от 109,5 до 112,8%. Уровень восстановления оводненности листьев был выше, чем в 2014 году. Наибольший уровень восстановления оводненности листьев выявили у изученных сортов на карликовом подвое 62-396 – Яблочный Спас (130,9%) и Орлинка (120,2%). В 2016 году после воздействия теплового шока (+50°C) и насыщения водой изученные сорто-подвойные комбинации яблони обладали также высокой способностью восстанавливать оводненность от 89,6 до 103,5%. Уровень восстановления оводненности листьев был ниже, чем в 2015 году.

Между изучаемыми сортами, вставками и карликовым подвоем не установили существенных различий. Дисперсионный анализ не выявил взаимовлияния сортов, карликового подвоя и вставок на восстановление оводненности листьями после теплового шока (таблица 3).

Таблица 3 – Восстановление воды в листьях сорто-подвойных комбинаций яблони после теплового шока (+50°C) и насыщения водой 2014...2016 гг., %

Вставка, подвой, В	Сорт, А		Среднее, В
	Яблочный Спас	Орлинка	
3-17-38 (вставка)	95,3	101,7	98,5
62-396 (вставка)	93,3	97,8	95,5
62-396 (корнесобственный)	101,5	103,9	102,7
Среднее, В	96,7	101,1	
НСПА <sub>05</sub> F <sub>ф</sub> =3,0<F <sub>т</sub> =4,0    НСПВ <sub>05</sub> F <sub>ф</sub> =2,6<F <sub>т</sub> =3,1    НСПАВ <sub>05</sub> F <sub>ф</sub> =0,2<F <sub>т</sub> =19,5			

Анализ результатов изучения физиологических показателей водного режима после теплового шока показал, что все сорто-подвойные комбинации Яблочного Спаса и сорт Орлинка на корнесобственном подвое 62-396 проявили наибольший уровень жаростойкости.

### Выводы

В результате проведенных исследований выявили высокий уровень оводненности листьев летних сортов яблони на карликовом подвое и вставках в начале вегетации. Средний уровень оводненности листьев у изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони установился в период интенсивного роста побегов, формирования завязи и развития плодов (июнь–август). За годы исследования существенного различия между сортами, карликовым подвоем и вставками при этом не выявлено. Установили, что в среднем за два года сорт Яблочный Спас на карликовом подвое и вставках терял воды после теплового шока меньше, чем сорт Орлинка. Дисперсионный анализ выявил достоверные межсортовые различия по потере воды при  $p < 0,05$ . Взаимовлияние между сортами, карликовым подвоем и вставками по потере воды после теплового шока не выявили. Изученные сорто-подвойные комбинации яблони обладали высокой способностью восстанавливать оводненность после перенесенного высокотемпературного стресса. Проведенный эксперимент позволил выделить все сорто-подвойные комбинации Яблочного Спаса и сорт Орлинка на карликовом подвое 62-396 с наибольшим потенциалом жаростойкости.

### Литература

1. Альтергот В.Ф., Мордкович С.С., Игнатъев Л.А. Принципы оценки засухо- и жароустойчивости растений // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды / под. ред. Г. В. Удовенко. Л.: Колос, 1976. С. 6-17.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Леонченко В.Г., Евсеева Р.П., Жбанова Е.В., Черенкова Т.А. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: методические рекомендации. Мичуринск: ВНИИГИСПР, 2007. 72 с.
4. Ожерельева З.Е., Курашёв О.В., Панфилова О.В., Богомолова Н.И., Голяева О.Д. Реализация потенциала устойчивости ягодных культур к гипертермии // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 261-265.
5. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изменение водного режима листьев яблони в течение вегетации // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2015. №4. С. 87-91. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/1/12.pdf>

6. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Устойчивость сортов яблони на карликовом подвое и вставках в условиях теплового шока // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. №1 (22). С. 24-27.
7. Ожерельева З.Е., Гуляева А.А. Изучение параметров водного режима вишни в условиях засухи и теплового шока // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. Т.31, №8. С.46-48.

#### References

1. Altergot, V.F., Mordkovich, S.S., & Ignatiev, L.A. (1976). Estimation principles of drought and heat resistance of plants. In G. V. Udovenko (Ed.) *Methods of estimation of plant resistance to the unfavorable environment* (pp 6-17). Leningrad: Kolos. (In Russian).
2. Dospikhov, B.A. (1985). *Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
3. Leonchenko, V.G., Evseeva, R.P., Zhanova, E.V., & Cherenkova, T.A. (2007). *Preliminary selection of promising genotypes of fruit plants for environmental resistance and biochemical value of fruit*. Michurinsk: VNIIGISPR. (In Russian).
4. Ozherelieva, Z.E., Kurashev, O.V., Panfilova, O.V., Bogomolova, N.I., & Golyaeva, O.D. (2015). The realization of resistance potential of berry crops to hyperthermia. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 41, 261-265. (In Russian, English abstract).
5. Ozherelyeva, Z.E., Krasova, N.G., Galasheva, A.M. (2015). Change in the water regime of apple tree leaves during vegetation. *Sovremennoe sadovodstvo– Contemporary horticulture*, 4, 87-91. Retrieved from <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/1/12.pdf>. (In Russian, English abstract).
6. Ozherelieva, Z.E., Krasova, N.G., Galasheva, A.M. (2016). Resistance of apple cultivars on dwarf rootstocks and inserts in conditions of heat shock. *Plant Varieties Studying and Protection*, 1 (22), 24-27. (In Russian, English abstract).
7. Ozherelieva Z.E., Gulyaeva A.A. (2017). The study of the parameters of the water regime of cherries in conditions of drought and heat shock. *Achievements of Science and Technology of AIC*, 31(8), 46-48. (In Russian, English abstract).