

УДК 634.11:631.52:581.1.032.3

UDC 634.11:631.52:581.1.032.3

DOI 10.30679/2219-5335-2020-5-65-179-192

DOI 10.30679/2219-5335-2020-5-65-179-192

ЖАРОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ

Ожерельева Зоя Евгеньевна
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории физиологии устойчивости
плодовых растений
e-mail: ozherelieva@vniispk.ru

Красова Нина Глебовна
д-р с.-х. наук
главный научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и сортовой агротехники
яблони
e-mail: krasova@vniispk.ru

Галашева Анна Мироновна
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и сортовой агротехники
яблони
e-mail: galasheva@vniispk.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт селекции плодовых культур»,
Орел, Россия*

Исследования проводили на базе
лаборатории физиологии устойчивости
плодовых растений ФГБНУ ВНИИСПК
в 2016-2017 годы. Объектами
исследований служили сорта яблони
селекции института, растущие
на полукарликовом подвое 54-118.
Контрольный сорт – Антоновка
обыкновенная. Опыты заложены
в 2013 году, схема посадки деревьев
5 x 3 м. Форма кроны – веретеновидная.
Междурядья и приствольные полосы
содержатся под черным паром.
Для определения жаростойкости сортов
яблони использовали метод теплового

HEAT RESISTANCE OF APPLE CULTIVARS

Ozherelieva Zoya Evgenievna
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of Physiology Resistance
for Fruit Plants Laboratory
e-mail: ozherelieva@vniispk.ru

Krasova Nina Glebovna
Dr. Sci. Agr.
Chief Research Associate
of Laboratory of Variety Study
and Variety Agrotechnology
of Apple-tree
e-mail: krasova@vniispk.ru

Galasheva Anna Mironovna
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of Laboratory of Variety Study
and Variety Agrotechnology
of Apple-tree
e-mail: galasheva@vniispk.ru

*Federal State Budget
Scientific Institution
«Russian Research Institute
for Fruit Crop Breeding»,
Orel, Russia*

The research was carried out
on the basis of the laboratory
of physiology of fruit stability plants
of VNIISPК in 2016-2017.
The objects of the research were apple
cultivars selected by the Institute
and growing on a semi-dwarf
rootstock 54-118. The variety
of Antonovka Obyknovennaya was taken
as a control. The experiments were started
in 2013, with the scheme of the trees
plantings is 5 x 3 m. The crown was
spindle-shaped. The row-spacing
and trunk strips were kept under black
steam. To determine the heat resistance

шока +50 °С (1,5 часа). Цель исследований – изучить жаростойкость сортов яблони на основе определения параметров водного режима в лабораторных условиях. Определяли следующие параметры водного режима: общая оводненность, водный дефицит, восстановление оводненности листьев. По результатам двухлетних исследований изучаемые сорта яблони характеризовались средней оводненностью (61,2...64,9 %), низким водным дефицитом в полевых условиях и средним после воздействия теплового шока, высокой способностью восстанавливать оводненность тканей листьев (85,2...108,1 %) после воздействия высокой температуры. Распределение осадков и температуры в полевых условиях при прохождении растениями изучаемых сортов отдельных фенофаз влияло на оводненность и водный дефицит тканей листьев яблони. Отмечено снижение общей оводненности и повышение водного дефицита в тканях листьев в период формирования плодов (август) и при наступлении засушливых и жарких условий летнего периода. После воздействия высокой температурой +50 °С в лабораторных условиях на листья отметили повышение водного дефицита у сортов яблони по сравнению с полевыми данными. Установлено, что все изучаемые сорта яблони имеют среднюю жаростойкость на уровне контрольного сорта Антоновка обыкновенная.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, СОРТ, ПОЛУКАРЛИКОВЫЙ ПОДВОЙ, ВОДНЫЙ РЕЖИМ, ЖАРОСТОЙКОСТЬ

of apple cultivars, the method of heat shock +50 °С (1.5 hours) was used. The purpose of the research was to study the heat resistance of apple cultivars based on determining the parameters of the water regime in the laboratory. The following parameters of the water regime were determined: total hydration, water deficit, restoration of leaf hydration. As a result of two-year studies, the studied apple cultivars were characterized by average water content (61.2...64.9 %), low water deficit under the field conditions and average deficit after exposure to heat shock and high ability to restore water content of leaf tissues (85.2...108.1%) after exposure to high temperature. The distribution of precipitations and temperatures under the field conditions during the passage of the studied cultivars of individual phenophases affected the hydration and water deficit of apple leaf tissues. There was a decrease in total water content and an increase in water deficit of leaves tissues during the fruit formation period (August) and during the onset of dry and hot conditions in the summer period. After exposure to high temperature +50 °С in the laboratory conditions, the leaves showed an increase in water deficit in apple cultivars compared to the data under the field conditions. It was found that all the studied apple cultivars had an average level of heat resistance at the level of the control cultivar of Antonovka Obyknovennaya.

Key words: APPLE-TREE, CULTIVAR, SEMI-DWARF ROOTSTOCK, WATER REGIME, HEAT RESISTANCE

Введение. Доля орошаемых земель в общей площади пашни и многолетних насаждений в РФ составляет всего 3,6 % [1], то есть большая часть садов культивируется в неорошаемых условиях и всецело зависит от внешних факторов. Важнейшим фактором из них является высокая температура воздуха, оказывающая негативное влияние на вегетативный рост и

генеративное развитие растений [2]. Активно вегетирующие ткани редко выживают при температурах более +45 °С [3]. Температура выше 30-35 °С угнетающе действует на процессы жизнедеятельности многих плодовых культур, повышение же ее выше 50 °С приводит к повреждению коры дерева и ожогу плодов, особенно у крупноплодных сортов яблони [4].

Засуха и высокие температуры негативно влияют на рост и развитие растений яблони, происходит осыпание листьев и плодов, ухудшается закладка генеративных органов, приводящая к снижению урожайности на 15-30 % [5-8], также вызывают изменения в метаболизме растений, фотосинтезе, водном обмене [9]. В условиях Орловской области вероятность лет с интенсивными засухами и суховеями составляет 20-55%, причем часто они бывают в июне и июле, в период активной вегетации и плодоношения плодовых и ягодных культур.

Наиболее объективную оценку устойчивости генотипа возможно получить только в полевых условиях на основе изучения стабильности плодоношения, особенностей состояния деревьев на фоне естественной жары или засухи. Однако в полевых условиях затруднительно в короткий срок получить информацию об устойчивости форм к неблагоприятным условиям вегетации. В этой связи важное значение приобретают методы диагностики функционального состояния растений в лабораторных условиях, наиболее точно отражающих их устойчивость [10-12]. Наиболее значимыми критериями признаются показатели водного режима: оводненность тканей [8], водоудерживающая способность, водный дефицит, которые характеризуют способность растений переносить жару и засуху [13, 14]. Аналогичный подход широко используют зарубежные исследователи – в роли критерия выступает содержание воды в листьях как мера водного дефицита в стрессовых условиях [15, 16]. В связи с этим изучение водного режима яблони в нестабильных климатических условиях летнего периода сохраняет свою актуальность.

Цель настоящих исследований – изучить жаростойкость сортов яблони на основе определения параметров водного режима в лабораторных условиях.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ ВНИИСПК в 2016-2017 годы. Объектами исследований служили сорта яблони селекции института, растущие на полукарликовом подвое 54-118: Болотовское ($V_f 2x$), Веняминовское ($V_f 2x$), Ветеран ($2x$), Орлик ($2x$), Рождественское ($V_f 3x$), Свежесть ($V_f 2x$), Синап орловский ($3x$). Контрольный сорт – Антоновка обыкновенная ($2x$). Сорта Свежесть, Синап орловский – позднезимние, остальные – зимнего срока созревания. Опыты заложены в 2016 году, схема посадки 5×3 м. Форма кроны – веретеновидная. Междурядья и приствольные полосы содержатся под черным паром.

Исследования проводили согласно методическим рекомендациям [17, 18]. Для определения жаростойкости сортов яблони использовали метод теплового шока $+50$ °С (продолжительность воздействия высокой температуры 1,5 часа) в 3-кратной повторности по 5 листьев в каждой. Пробы листьев брали в сухую жаркую погоду, в утренние часы. Для определения общей оводнённости и сухой массы брали по 5 листьев в двух повторностях, раскладывали в металлические бюксы и высушивали в климатической камере «Еспес» PSL-2КРН при температуре 105 °С до постоянной массы. Водный дефицит в тканях листьев яблони определяли в полевых условиях и после воздействия высокой температуры $+50$ °С. Для определения способности к восстановлению оводнённости после теплового шока листья взвешивали и ставили на насыщение в сосуды с водой на 12 часов. Статистическую обработку результатов выполнили методом дисперсионного анализа [19], с использованием программы MS Excel.

Обсуждение результатов. Распределение осадков и температуры в течение года имеет большое значение для яблони, особенно в период веге-

тации при прохождении растениями отдельных фенофаз (цветение, завязывание плодов, сроки созревания, закладка и дифференциация генеративных почек) [20]. При недостатке воды на фоне высокой температуры у растений яблони прекращается рост, сбрасываются завязи, происходит снижение закладки плодовых почек [8, 14, 17].

В 2017 году осадков в первой декаде июня выпало 42,2 мм, максимальная температура воздуха достигала отметки 27,0 °С, ГТК был в норме – 1,1. В этот период установлен средний уровень оводненности молодых листьев у сортов яблони – от 62,5 до 67,9 %. Во второй и третьей декадах июня осадков выпало низкое количество (17,4 мм), максимальная температура воздуха повышалась до 29,0 °С, и ГТК был ниже нормы (0,52).

При недостаточном увлажнении у сортов Болотовское, Ветеран, Рождественское в начале июля наблюдали снижение оводненности листьев на 0,6-8,8 %. У сортов Веняминовское, Орлик, Свежесть при этом наблюдали повышение оводненности тканей листьев на 1,1-4,9 %. Сорта Антоновка обыкновенная и Синап орловский в конце июня характеризовались высокой оводненностью тканей листьев (70,2 и 71,6 % соответственно).

В июле осадков выпало в норме – 75 мм, в августе практически двойная месячная норма – 100,8 мм. Максимальная температура воздуха в июле повышалась до 31,6 °С, в августе до 32,0 °С. В июле ГТК был ближе к норме (1,3). В августе ГТК был высокий – 1,7. При этом в начале августа отметили снижение оводненности листьев у всех изучаемых сортов яблони по сравнению с июнем и июлем. Это говорит о том, что в этот период проходят процессы усиленного роста и формирования семян и околоплодника, сопровождающиеся интенсивным притоком воды и питательных веществ из листьев.

В мае 2018 года осадков выпало недостаточно (31,4 мм), максимальная температура воздуха повышалась до 31,0 °С и ГТК был ниже нормы – 0,6. Максимальная температура воздуха в июне доходила до отметки 32,5 °С, количество осадков в этом месяце – 18,2 мм. В конце июня ГТК был

очень низкий (0,35), и в этот период наблюдали средний уровень оводненности тканей листьев у сортов яблони (54,7-65 %). В июле ГТК был очень высокий – 2,0. За первую и вторую декаду осадков выпало выше месячной нормы (77,9 мм), и максимальная температура воздуха повышалась до 29,3 °С.

В условиях высокого увлажнения отметили повышение оводненности тканей листьев на 1,7-7,5 % у сортов Болотовское, Орлик, Свежесть. У Антоновки обыкновенной, Рождественского и Синапа орловского оводненность листьев в середине июля практически была на том же уровне, что и в конце июня. У сортов Веняминовское, Ветеран оводненность тканей листьев снизилась на 1,1-1,4 % в середине июля по сравнению с последней декадой июня.

В августе осадков выпало ниже нормы в 5,2 раза (11,2 мм), отмечена максимальная температура воздуха 31,1°С, ГТК был очень низкий (0,2). Засушливые условия августа повлияли на снижение оводненности тканей листьев на 6-9,2 % у изучаемых сортов по сравнению с июлем. К тому же в этот период происходит процесс формирования плодов зимних и позднезимних сортов яблони, к которым идет интенсивный приток воды.

В среднем за два года исследований межсортовые различия по оводненности тканей листьев были незначительными. Все сорта характеризовались средним уровнем оводненности (табл. 1).

Таблица 1 – Оводненность тканей листьев сортов яблони в течение вегетации (2017-2018 гг.), %

Сорт	Оводненность листьев, %			
	июнь	июль	август	среднее значение, %
Антоновка обыкновенная (к)	66,4	67,1	61,2	64,9
Болотовское	64,3	60,7	60,0	61,7
Веняминовское	64,7	64,7	59,2	62,9
Ветеран	64,5	63,3	55,7	61,2
Орлик	63,3	66,9	58,6	62,9
Рождественское	64,8	64,6	59,3	62,9
Свежесть	59,8	65,8	59,3	61,6
Синап орловский	63,8	68,6	61,4	64,6
НСР _{0,05}				F _Ф <F _т

Неодинаковая реакция изучаемых сортов на засушливые погодные условия может свидетельствовать о разном влиянии привоя на развитие корневой системы полукарликового подвоя яблони. Известно, что корневая система оказывает существенное воздействие на состояние водного режима растений [21].

По показателю общей оводненности листа невозможно полностью охарактеризовать состояние водного режима, поэтому в целях комплексной оценки степени жаростойкости дополнительно определялся водный дефицит листьев яблони в полевых и лабораторных условиях. Водный дефицит – недостаток насыщения водой растительных клеток, возникающий в результате интенсивной потери воды растением, не восполняемой поглощением её из почвы.

В начале июня 2017 года в полевых условиях у сортов Болотовское и Орлик водный дефицит был низкий. В конце июля и в середине августа при нормальном влагообеспечении растений наблюдали снижение водного дефицита (в 2-3 раза) в листьях. В связи с оптимальными климатическими условиями за вегетацию 2017 г. водный дефицит в среднем не превышал 10 % у изучаемых сортов.

В конце июня 2018 года при недостаточном количестве осадков низкий водный дефицит в полевых условиях отметили у сортов Веняминовское (7,8 %) и Орлик (7,5 %). При этом наибольший показатель (27,3 %) был в листьях сорта Свежесть. В июле водный дефицит снизился у изучаемых сортов на 5,0-24,3 % по сравнению с июнем и не превышал величины – 6,3 % по причине высокой влагообеспеченности (ГТК=2,0).

В конце августа в период формирования и созревания плодов сложились засушливые погодные условия, в результате наблюдали увеличение водного дефицита листьев у изучаемых сортов. Низкое его значение (менее 10 %) при этом выявили у сортов Веняминовское и Свежесть. Водный дефицит у сортов Антоновка обыкновенная, Болотовское, Орлик, Рождествен-

ское, Синап орловский варьировал в пределах от 10,4 до 17,5 %. Средний его уровень (23,6 %) в августе был в тканях листьев сорта Ветеран.

По результатам исследований видно, что водный дефицит – величина достаточно изменчивая и зависит не только от генотипа, но от конкретных условий водоснабжения. В среднем за годы исследований сорта яблони (кроме сорта Ветеран) характеризовались низким водным дефицитом листьев (не более 10 %) в полевых условиях и несущественно отличались от Антоновки обыкновенной (рис. 1).

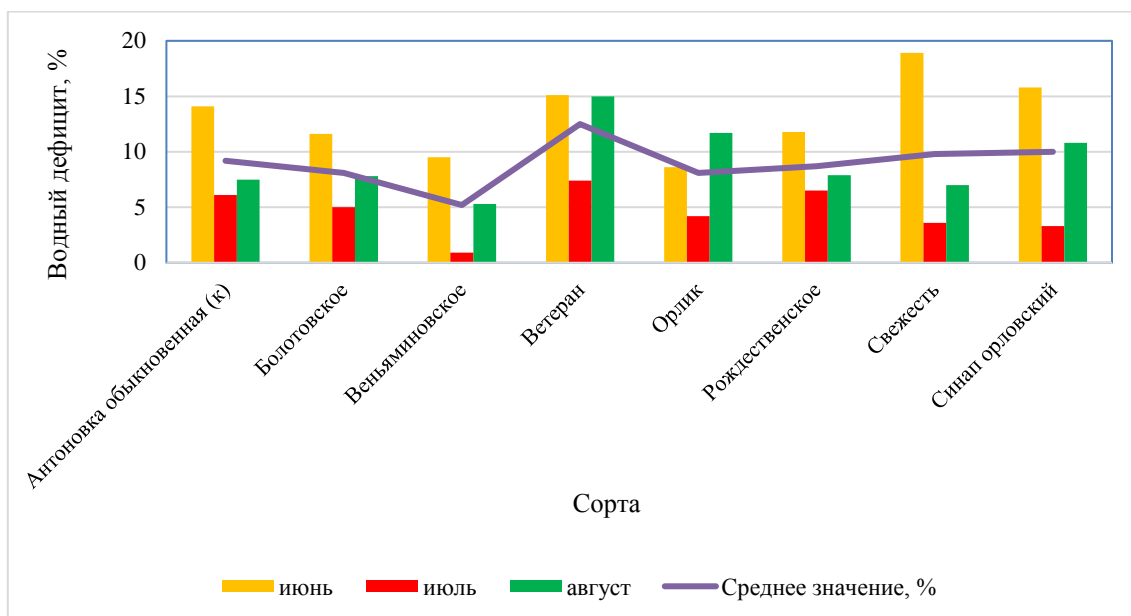


Рис. 1. Водный дефицит листьев сортов яблони в полевых условиях (2017-2018 гг.), %

В 2017 году после моделирования теплового шока в начале июня водный дефицит в листьях яблони повысился в 2,8...5,4 раза, в июле в 2,2...54,7 раза, в августе в 5,3...11,4 раза, по сравнению с величиной этого показателя в полевых условиях. В июле дефицит воды в листьях сортов яблони снизился в 1,1-1,5 % по сравнению с июнем у следующих сортов: Антоновка обыкновенная, Веньяминовское, Ветеран, Орлик, Рождественское, Синап орловский. У сортов Болотовское и Свежесть данный показатель увеличился в 0,9 раза при воздействии высокой температуры. В августе его повышение наблюдали у большинства сортов яблони (на 6,2...20,9 %), так

как в этот период происходит процесс формирования плодов зимних сортов, который сопровождается интенсивным оттоком воды из листьев в плоды.

В июне 2018 года после моделирования теплового шока (в начале июня) в листьях яблони водный дефицит повысился в 1,7...3,8 раза, в июле в 4,7...21,5 раза, в августе в 2,2...4,7 раза по сравнению с величиной этого показателя в полевых условиях. В июле, после моделирования теплового шока, водный дефицит в тканях листьев увеличился на 6,7...11,6 % у Ветерана, Орлика, Рождественского, у остальных сортов понизился на 0,3-25,6 %. Максимальная величина водного дефицита при этом отмечена у сорта Ветеран.

В августе наименьший водный дефицит в листьях был у сорта яблони Веняминовское (23,7 %), который не изменился по сравнению с июлем. Отмечено увеличение водного дефицита в листьях на 2,7...19,1 % у сортов Антоновка обыкновенная, Болотовское, Орлик, Синап орловский и его на 4...16,6 % в тканях листьев у Ветерана, Рождественского и Свежести.

В среднем за годы исследований после моделирования теплового шока сорта яблони характеризовались средним уровнем водного дефицита листьев в лабораторных условиях и значительно не отличались от контроля (рис. 2). Важным физиологическим параметром водного режима растений является способность после перенесенного теплового шока и последующего насыщения водой восстанавливать оводненность тканей листьев [22]. В 2017 году в июне у сортов яблони отметили высокую способность восстанавливать оводненность (81,9-107,1 %) тканей листьев в лабораторных условиях. Только у Антоновки обыкновенной отметили средний уровень восстановления. В июле восстановление оводненности листьев понижается на 13,0...19,1 % у сортов Болотовское, Орлик, Синап орловский, хотя и сохраняется высокий уровень этого показателя. У остальных сортов уровень восстановления оводненности тканей повысился на 3,0...24,4 % после насыщения листьев водой.

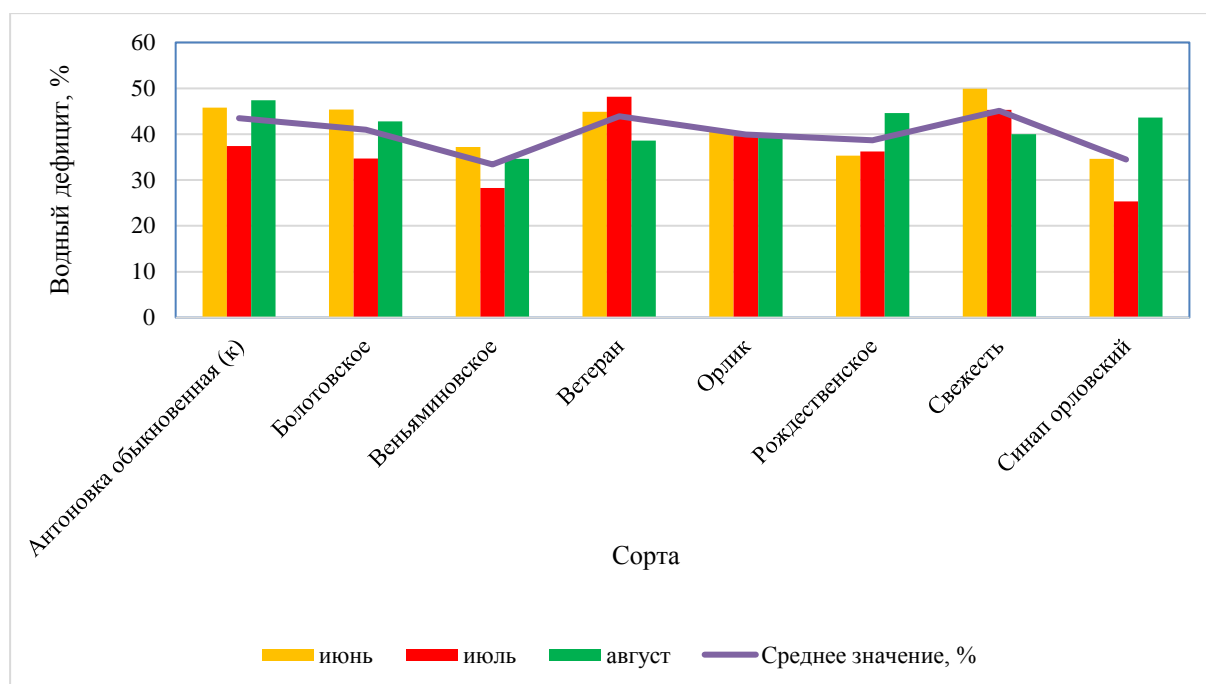


Рис. 2. Водный дефицит листьев сортов яблони после воздействия теплового шока (2017-2018 годы), %

В августе сохраняется высокий уровень восстановления оводненности после теплового шока и дальнейшего насыщения листьев водой. Данный показатель повысился на 8,5...40,9 % у изучаемых сортов, а у сорта Рождественское снизился на 15,3 % по сравнению с июлем (табл. 2).

Таблица 2 – Восстановление оводненности тканей листьев сортов яблони после воздействия теплового шока (2017-2018 гг.), %

Сорт	Восстановление оводненности листьев, %						Среднее значение за 2 года, %
	2017 г.			2018 г.			
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	
Антоновка обыкновенная (к)	63,6	88,0	112,8	117,6	88,8	92,3	93,9
Болотовское	107,1	88,0	102,3	73,2	95,6	92,1	93,1
Веньяминовское	94,9	99,6	108,1	98,4	89,7	70,3	93,5
Ветеран	88,0	90,2	125,0	138,3	101,2	76,4	108,1
Орлик	93,3	80,3	121,2	100,7	93,6	75,0	94,0
Рождественское	98,2	101,2	85,9	94,1	102,9	93,4	96,0
Свежесть	81,9	92,2	112,0	87,9	86,3	66,3	87,8
Синап орловский	98,5	85,0	117,5	74,8	58,1	77,3	85,2
НСР _{0,05}							$F_0 < F_T$

В июне 2018 года у всех изучаемых сортов яблони также отмечена высокая способность восстанавливать оводненность тканей листа после теплового шока и последующего насыщения водой. В июле отметили повышение данного показателя на 8,8 и 22,4 % у сортов Рождественское и Болотовское, соответственно, у остальных сортов показано его понижение на 1,6...28,8 %. В августе средний уровень восстановления оводненности тканей листьев после теплового шока и насыщения водой отмечен у сорта Свежесть, остальные сорта характеризовались высокой способностью восстановления.

У большинства изученных сортов яблони восстановление оводненности листьев понизилось на 3,5...24,8 % в августе по сравнению с июлем. Повышение этого показателя на 3,5 и 19,2 % отметили у Антоновки обыкновенной и Синапа орловского, соответственно (табл. 2).

В среднем за годы исследований у сортов яблони зафиксирована высокая способность восстанавливать оводненность тканей листьев (на уровне контрольного сорта) после моделирования теплового шока и последующего насыщения их водой.

Выводы. В результате проведенных исследований было показано, что распределение осадков и температуры в период вегетации при прохождении растениями яблони отдельных фенофаз влияло на оводненность листьев яблони. В полевых условиях отмечено снижение общей оводненности и повышение водного дефицита листьев в большей степени в период формирования плодов и при наступлении засушливых и жарких условий. При воздействии теплового шока наблюдали увеличение водного дефицита.

Установлено, что все изучаемые сорта яблони имеют средний уровень устойчивости к действию высокой температуры, независимо от уров-

ня плоидности, устойчивости к парше (V_f) и срока созревания плодов. Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что изучаемые сорта селекции нашего института, растущие в саду на полукарликовом подвое 54-118, проявляют сходные физиологические показатели водного режима в условиях теплового шока. В связи с этим они были отнесены к группе сортов средней устойчивости к действию теплового шока – на уровне контрольного сорта.

Литература

1. FAO Statistical yearbook 2013. World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 2013. <http://www.fao.org/economic/ess/esspublications/essyearbook/en>
2. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Максимцов Д.В. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. 174 с.
3. Яковец О.Г. Фитофизиология стресса: курс лекций. Минск: БГУ, 2010. 103 с.
4. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Рязанова Л.Г. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России: монография. Краснодар: Просвещение – Юг, 2010. 123 с.
5. Комплексный подход к отбору ценных генотипов яблони, устойчивых к стрессовым факторам среды [Электронный ресурс] / Е.В. Ульяновская [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 25(01). С. 11-26. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/01/02.pdf>. (дата обращения: 15.05.2020).
6. Tworkoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // *Scientia Horticulturae*. 2016. № 204. P. 70-78 (doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.047).
7. Alizadeh A., Alizade V., Nassery L., Eivazi A. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks // *Technical Journal of Engineering and Applied Science*. 2011. № 1(3). P. 86-94.
8. Физиолого-биохимические критерии устойчивости яблони к абиотическим стрессам летнего периода / Н.И. Ненько [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 1. С. 158-168. (doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus).
9. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ // Exp. Bot.* 2007. № 61(3). P. 199-223. (doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011).
10. Юшков А.Н., Борзых Н.В. Сравнительная оценка засухоустойчивости исходных форм яблони и вишни в природных и моделируемых условиях [Электронный ресурс] // *Современное садоводство – Contemporary horticulture*. 2013. № 2. С. 1-6. URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2013/2/43.pdf> (дата обращения: 10.05.2020).
11. Belous O.G., Klemeshova K.V., Pashchenko O.I. Comparative analysis of photosynthetic indicators in freesia hybrids on the Black sea coast of Krasnodar region // *Horticultural Science*. 2017. № 44(2). P. 99-104 (doi: 10.17221/189/2015-HORTSCI).
12. Henfrey J.L., Baab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions // *Scientia Horticulturae*. 2015. № 194. P. 111-117. (doi: 10.1016/j.scienta.2015.07.034).

13. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Устойчивость сортов яблони на карликовом подвое и вставках в условиях теплового шока // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 1(22). С. 24-27.
14. Ожерельева З.Е., Галашева А.М., Красова Н.Г. Изучение устойчивости яблони в условиях теплового шока // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2018. №2. С. 1-7. DOI: 10.24411/2218-5275-2018-10201.
15. Farrant J. Mechanisms of desiccation tolerance in angiosperm resurrection plants. In Plant Desiccation Tolerance / M. Jenks, A. Wood eds. Blackwell Publishing, Iowa, USA. 2002. P. 51-90.
16. Munns, R., James R., Sirault X., Furbank R., Jones H. New phenotyping methods for screening wheat and barley for beneficial responses to water deficit // Journal of Experimental Botany. 2010. V. 61. № 13. P. 3499-3507 (doi: 10.1093/jxb/erq199).
17. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов. Методические рекомендации / В.Г. Леонченко [и др.]. Мичуринск, 2007. 72 с.
18. Прудников П.С., Ожерельева З.Е. Физиолого-биохимические методы диагностики устойчивости плодовых культур к засухе и гипертермии (методические рекомендации). Орел: ВНИИСПК, 2019. 47 с.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
20. Ожерельева З.Е. Красова Н.Г., Галашева А.М. Изменение водного режима листьев яблони в течение вегетации // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2015. № 1. С. 87–91. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/1/12.pdf> (дата обращения: 10.05.2020).
21. Соловьева М.А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания. М.: Колос. 1967. 239 с.
22. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение водного режима сортов яблони в летний период в связи с их засухоустойчивостью и жаростойкостью // Достижение науки и техники АПК. 2013. № 1. С. 17-19.

References

1. FAO Statistical yearbook 2013. World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 2013. <http://www.fao.org/economic/ess/esspublications/essyearbook/en>
2. Doroshenko T.N., Zaharchuk N.V., Maksimov D.V. Ustojchivost' plodovyh i dekorativnyh rastenij k temperaturnym stressoram: dia-gnostika i puti povysheniya. Krasnodar: Kubanskij GAU, 2014. 174 s.
3. Yakovec O.G. Fitofiziologiya stressa: kurs lekcij. Minsk: BGU, 2010. 103 s.
4. Doroshenko T.N., Zaharchuk N.V., Ryazanova L.G. Adaptivnyj po tencial plodovyh rastenij yuga Rossii: monografiya. Krasnodar: Pro sveshchenie – Yug, 2010. 123 s.
5. Kompleksnyj podhod k otboru cennyh genotipov yabloni, ustojchivyh k stressovym faktoram sredy [Elektronnyj resurs] / E.V. Ul'yanovskaya [i dr.] // Plodovodstvo i vinogradstvo Yuga Rossii. 2014. № 25(01). С. 11-26. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/01/02.pdf>. (data obrashcheniya: 15.05.2020).
6. Tworzoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // Scientia Horticulturae. 2016. № 204. P. 70-78 (doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.047).
7. Alizadeh A., Alizade V., Nassery L., Eivazi A. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks // Technical Journal of Engineering and Applied Science. 2011. № 1(3). P. 86-94.

8. Fiziologo-biohimicheskie kriterii ustojchivosti yabloni k abioticheskim stressam letnego perioda / N.I. Nen'ko [i dr.] // Sel'sko-hozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54. № 1. S. 158-168. (doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus).
9. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ // Exp. Bot.* 2007. № 61(3). P. 199-223. (doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011).
10. Yushkov A.N., Borzyh N.V. Sravnitel'naya ocenka zasuhoustojchivosti iskhodnyh form yabloni i vishni v prirodnyh i modeliruemyh usloviyah [Elektronnyj resurs] // *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture.* 2013. № 2. S. 1-6. URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2013/2/43.pdf> (data obrashcheniya: 10.05.2020).
11. Belous O.G., Klemeshova K.V., Pashchenko O.I. Comparative analysis of photosynthetic indicators in freesia hybrids on the Black sea coast of Krasnodar region // *Horticultural Science.* 2017. № 44(2). P. 99-104 (doi: 10.17221/189/2015-HORTSCI).
12. Henfrey J.L., Baab G., Schmitz M. Physiological stress responses in apple under replant conditions // *Scientia Horticulturae.* 2015. № 194. P. 111-117. (doi: 10.1016/j.scienta.2015.07.034).
13. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Ustojchivost' sortov yabloni na karlikovom podvoe i vstavkah v usloviyah teplovogo shoka // *Sortovivchennya ta ohorona prav na sorti roslin.* 2016. № 1(22). S. 24-27.
14. Ozherel'eva Z.E., Galasheva A.M., Krasova N.G. Izuchenie ustojchivosti yabloni v usloviyah teplovogo shoka // *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture.* 2018. №2. S. 1-7. DOI: 10.24411/2218-5275-2018-10201.
15. Farrant J. Mechanisms of desiccation tolerance in angiosperm resurrection plants. In *Plant Desiccation Tolerance* / M. Jenks, A. Wood eds. Blackwell Publishing, Iowa, USA. 2002. R. 51-90.
16. Munns, R., James R., Sirault X., Furbank R., Jones H. New phenotyping methods for screening wheat and barley for beneficial responses to water deficit // *Journal of Experimental Botany.* 2010. V. 61. № 13. P. 3499-3507 (doi: 10.1093/jxb/erq199).
17. Predvaritel'nyj otbor perspektivnyh genotipov plodovyh rastenij na ekologicheskuyu ustojchivost' i biohimicheskuyu cennost' plodov. Metodicheskie rekomendacii / V.G. Leonchenko [i dr.]. Michu-rinsk, 2007. 72 s.
18. Prudnikov P.S., Ozherel'eva Z.E. Fiziologo-biohimicheskie metody diagnostiki ustojchivosti plodovyh kul'tur k zasuhe i gipertermii (metodicheskie rekomendacii). Orel: VNIISPK, 2019. 47 s.
19. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat. 1985. 351 s.
20. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Izmenenie vodnogo rezhima list'ev yabloni v techenie vegetacii // *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture.* 2015. № 1. S. 87–91. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/1/12.pdf> (data obrashcheniya: 10.05.2020).
21. Solov'eva M.A. Zimostojkost' plodovyh kul'tur pri raznyh usloviyah vyrashchivaniya. M.: Kolos. 1967. 239 s.
22. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Izuchenie vodnogo rezhima sortov yabloni v letnij period v svyazi s ih zasuhoustojchivost'yu i zharostojkost'yu // *Dostizhenie nauki i tekhniki APK.* 2013. № 1. S. 17-19.