

УДК [634.11+ 634. 23]: 581.1.032.3

**А.Н. Юшков, к.с.-х.н.**

**Н.В. Борzych, к.с.-х.н.**

ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина Россельхозакадемии г. Мичуринск, Россия, cglm@rambler.ru

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ИСХОДНЫХ ФОРМ ЯБЛОНИ И ВИШНИ В ПРИРОДНЫХ И МОДЕЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

### Аннотация

Проведена оценка исходных форм яблони и вишни по показателям водного режима (остаточный водный дефицит, водоудерживающая способность листьев, степень восстановления оводненности при моделировании обезвоживания и теплового шока) и функциональной активности фотосинтетического аппарата в моделируемых условиях. Выявлена относительно высокая корреляционная связь засухоустойчивости растений после естественной засухи с величиной суммы рангов компонентов водного режима и с изменением относительной скорости электронного транспорта. Выделены сорта и формы яблони - Гала, Таежное и вишни - Владимирская, Память Горшкова, Вечерняя Заря, *Prunus mahaleb* с высоким уровнем засухоустойчивости.

**Ключевые слова:** яблоня, вишня, засухоустойчивость, жаростойкость, селекция, флуоресценция хлорофилла, водоудерживающая способность.

*A.N. Yushkov, candidate of agricultural sciences*

*N.V. Borzykh, candidate of agricultural sciences*

SSI I.V. Michurin All-Russian Research Institute Genetics and Breeding of Fruit Plants of RAAS, Michurinsk, Russia, cglm@rambler.ru

## COMPARATIVE ESTIMATE OF INITIAL APPLE AND CHERRY SELECTED SEEDLINGS IN NATURAL AND MODELED CONDITIONS

### Abstract

Initial apple and cherry selected seedlings were estimated by the indexes of water regime (residual water deficit, water-keeping ability of leaves, degree of water logging recovery in course of modeling of dehydration and heat shock) and functional activity of photosynthetic apparatus in modeled conditions. There was determined a high correlative bond of plant drought resistance after natural drought with a rang sum of water regime components and concerning changes of relative Electron Transport Rate. Varieties and selected seedlings with a high level of drought resistance were isolated: apple var. Gala and Tayezhnoye, cherry var. Vladimirskaya, Pamyat Gorshkova, Vechernyaya Zarya and *Prunus mahaleb*.

**Key words:** apple tree, cherry, drought resistance, heat resistance, breeding, chlorophyll fluorescence, water-keeping ability.

Одна из основных причин, препятствующих реализации потенциала продуктивности агроценозов – дефицит влаги и воздействие экстремально высоких температур. Недостаточная засухоустойчивость и низкая доступность воды все чаще выступают в качестве факторов, лимитирующих распространение возделываемых растений за пределы современных сельскохозяйственных районов. По оценкам экспертов ООН изменение климата будет усугублять существующие нагрузки на водные ресурсы в результате роста численности населения, экономических изменений и др. ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)). Следовательно, на первый план выходит проблема оптимизации водного режима насаждений путем подбора и создания более адаптивных генотипов, что обуславливает включение в селекционные программы работ по повышению устойчивости сельскохозяйственных растений к обезвоживанию и перегреву.

Наиболее объективную оценку устойчивости генотипа возможно получить только в полевых условиях на основе изучения стабильности плодоношения, особенностей состояния деревьев на фоне естественной засухи. Однако в полевых условиях затруднительно в короткий срок получить информацию об устойчивости форм к неблагоприятным условиям вегетации. В этой связи важное значение приобретает подбор критериев и методов диагностики функционального состояния растений в лабораторных условиях, наиболее адекватно отражающих их реальную устойчивость.

Работа выполнена во Всероссийском НИИ генетики и селекции плодовых растений имени И.В.Мичурина в 2010...2012 годах. Объектами исследований являлись 8 исходных форм яблони и 9 – вишни. Выбор объектов был обусловлен их различиями по полевой засухоустойчивости – как известно, вишня является одной из самых засухоустойчивых плодовых культур средней полосы, уступая в этом отношении только абрикосу, и значительно превосходит яблоню (Шитт, 1958). В полевых условиях засухоустойчивость определялась во время засухи по пятибалльной шкале, с учетом интенсивности роста, изменения окраски и опадения листьев, осыпания и повреждения плодов (Нестеров, 1970).

Лабораторная оценка проводилась по комплексу компонентов водного режима: остаточный водный дефицит, водоудерживающая способность листьев и степень восстановления оводненности при моделировании обезвоживания – +25°C, 2 часа и теплового шока – +50°C, 0,5 часа (Еремеев, 1976; Кушниренко, 1991; Еремин, 1999; Леонченко, 2007). Моделирование условий засухи проводилось в камере искусственного климата при освещенности 20000 лк.

Функциональную активность фотосинтетического аппарата при моделировании засухи (+35°C, 2 часа) и контрольного варианта из сада оценивали по показателям индукции флуоресценции хлорофилла PAM-

флуориметром «Junior» (Heinz Walz GmbH). Учитывались максимальный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II ( $F_v/F_m$ ) и относительная скорость транспорта электронов фотосистемой II ( $rETR$ ) под действием актиничного света плотностью  $190 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$ .

В полевых условиях оценка устойчивости исходных форм проводилась во время засухи лета 2010 года, крайне неблагоприятно отразившейся на растениях. В сложившихся условиях установлены существенные различия между изученными генотипами. Из сортов яблони относительно устойчивыми к воздействию указанных стрессоров показали себя Таежное, Гала, Имант. Сорта Алтайское пурпуровое и Антоновка обыкновенная наиболее пострадали от засухи, что выражалось в резком снижении ростовых процессов, повреждении и осыпанию листьев и плодов. Насаждения вишни находились в значительно лучшем состоянии (общее состояние деревьев – 3,8...4,5 балла).

В результате проведенных лабораторных исследований установлено (таблица 1), что максимальной водоудерживающей способностью из изученных форм яблони обладали сорта Гала и Таежное (потеря воды (ПВ) при выветривании соответственно 17,2% и 28,7%). У большинства форм вишни потеря воды была приблизительно на таком же уровне (21,5...33,0%). Несколько ниже была водоудерживающая способность у сортов Жуковская, Харитоновская и Тургеневка (37,3...43,3%). В среднем по изученным формам яблони этот показатель составил 37,9%, по вишне – 30,9%. Относительно высокий процент потери воды, вероятно, объясняется тем, что при выветривании листья находились под воздействием света достаточно высокой интенсивности.

Наиболее высокой степенью восстановления оводненности (СВО) характеризовались сорта и формы яблони: Гала, Делишес Марии, Имант, Таежное (96,2...58,9%), вишни: Вечерняя заря, в. войлочная (*Prunus tomentosa*), в. магалебская (*Prunus mahaleb*), Память Горшкова, Владимирская (более 100%). При этом средняя по всем сортам СВО у вишни значительно превышала аналогичный показатель у яблони (соответственно, 102,5% и 48%).

При моделировании теплового шока изученные генотипы яблони испаряли от 10,0 до 39,9% воды, вишни – от 19,9 до 43,1%. Меньше воды теряли листья сортов яблони Гала, Таежное (соответственно, 10,1 и 20,3%), вишни Владимирская, Память Горшкова (соответственно 19,9 и 26,1%). СВО после теплового шока превышала 100% у всех изученных форм, за исключением сорта яблони Алтайское пурпуровое и форм вишни Муза, Память Горшкова, Тургеневка и в. войлочная. Минимальные значения остаточного водного дефицита (ВД) отмечены у сортов яблони Гала и Успенское (6,4...7,2%), вишни Жуковская и Память Горшкова (5,4%).

В результате ранжирования, проведенного по комплексу компонентов водного режима (водоудерживающая способность и степень восстановления оводненности листьев при моделировании воздействия теплового шока и обезвоживания, остаточный водный дефицит) изученные генотипы были расположены по степени засухоустойчивости. В группу с рангом 5...8 «наиболее засухоустойчивые сорта» вошли формы яблони - Гала, Таежное и вишни - в. магалебская, Владимирская, Память Горшкова, Вечерняя Заря.

Таблица 1 – Показатели водного режима форм яблони и вишни (средние значения)

Сорт, форма	ПВ, выветри- вание, %	ПВ, тепловой шок, %	ВД,%	Ранг	Fv/Fm контроль/ опыт, %	rETR контроль/ опыт, %
Яблоня						
Гала	17,2	10,0	6,4	5	-3,4	19,6
Таежное	28,7	20,3	11,0	8	-5	-9,9
Делишес Марии	39,9	31,3	8,8	11	-3,3	-40,0
Имант	39,4	30,3	13,1	11	-3,6	-24,0
Антоновка обыкновенная	37,0	31,8	14,3	11	-4,3	-44,6
Память есаула	44,2	34,3	8,8	13	-4,1	-19,3
Успенское	47,5	36,7	7,2	14	-5	-24,6
Алтайское пурпуровое	49,5	39,9	8,4	16	-3,4	-31,0
НСР <sub>05</sub>	4,2	5,6	3,2			
Вишня						
В. магалебская	23,6	30,6	8,1	7	-4,4	9
Владимирская	25,6	19,9	11,5	7	-2,7	-0,1
Память Горшкова	21,5	26,1	5,4	8	-3,6	16,7
Вечерняя заря	27,9	31,2	6,6	8	-3,1	14,8
Харитоновская	37,3	33,9	8,4	10	-4,2	3,7
В. войлочная	27,7	43,1	12,6	11	-3	11,6
Муза	33,0	32,7	7,1	12	-3,3	4,7
Жуковская	43,3	33,5	5,4	13	-5,6	-2,4
Тургеневка	38,3	37,1	8,2	14	-6,2	-0,3
НСР <sub>05</sub>	4,2	3,7	3,0			

У всех изученных форм отмечено относительно небольшое снижение величины максимального квантового выхода Fv/Fm, составившее 2,7...6,2%, при этом отсутствовали статистически достоверные различия между вариантами опыта и культурами. Более существенные различия отмечены при оценке относительной скорости транспорта электронов.

Максимальное его снижение при моделировании засухи отмечено у сортов яблони Антоновка обыкновенная, Делишес Марии (44,6% и 40,0% соответственно), повышение – у сорта Гала (19,6%). У изученных форм вишни больше всего возросла скорость электронного транспорта у сортов Вечерняя заря (14,8%) и Память Горшкова (16,7%). Среднее по всем сортам значение этого параметра у вишни также значительно превышало аналогичный показатель у яблони (соответственно, 6,4% и -21,7%).

Проведенный корреляционный анализ параметров засухоустойчивости выявил относительно высокую связь балла состояния растений после естественной засухи (таблица 2) с показателем суммы рангов и с изменением относительной скорости электронного транспорта (коэффициенты корреляции -0,70 и 0,69 соответственно).

Таблица 2 – Матрица корреляций между показателями засухоустойчивости

	Ранг	rETR контроль/ опыт, %	Естественная засуха, балл состояния
Ранг	1		
rETR контроль/опыт, %	-0,56	1	
Естественная засуха, балл состояния	-0,70	0,69	1

Отмечено также наличие корреляционной связи между показателем суммы рангов и изменением относительной скорости электронного транспорта (-0,56).

В результате сравнительной оценки компонентов водного режима и фотосинтетической активности яблони и вишни в природных и моделируемых условиях выявлена относительно высокая корреляционная связь балла состояния растений после естественной засухи с величиной суммы рангов компонентов водного режима и с изменением относительной скорости электронного транспорта, что позволяет использовать оба эти показателя для диагностики засухоустойчивости. Установлено отсутствие статистически достоверных различий между вариантами опыта и культурами по изменению величины максимального квантового выхода  $F_v/F_m$ . Выделены наиболее устойчивые генотипы: Гала, Таежное (яблоня); Владимирская, Память Горшкова, Вечерняя Заря, *Prunus mahaleb* (вишня), которые могут успешно использоваться в дальнейшей селекции.

## Литература

1. Еремеев Г.Н. Методы оценки засухоустойчивости плодовых культур // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды / под ред. Г.В. Удовенко – Л., 1976. – С. 101-115.
2. Еремин, Г.В. Изучение жаро- и засухоустойчивости сортов / Г.В. Еремин, Т.А. Гасанова // Программа и методика сортоизучения плодовых и ягодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С.80-85.
3. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.М. Печерская. – Кишинев, 1991. –304 с.
4. Леонченко, В.Г. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов (метод. реком.) / В.Г. Леонченко, Р.П. Евсеева, Е.В. Жбанова, Т.А. Черенкова. – Мичуринск, 2007. – 72 с.
5. Обобщающий доклад Рабочей группы IV Межправительственной группы экспертов по изменению климата, / Изменения климата 2007 г. Последствия, адаптация и уязвимость. Межправительственная группа экспертов по изменению климата [Пачаури, Р.К., Райзингер, А. и др.], МГЭИК, Женева, Швейцария. – 2007. - 104 с.
6. Шитт, П.Г. Учение о росте и развитии плодовых и ягодных растений / П.Г. Шитт. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 447 с.