

УДК 634.322(470)

ББК 42.8

A-15

*Абильфазова Юлия Сулевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»; 354002, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса 2/28; e-mail: Citrus\_Sochi@mail.ru; тел.: 8(906)4364302*

## **АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ ЛИСТЬЕВ МАНДАРИНА В СУБТРОПИКАХ РОССИИ**

(рецензирована)

*Статья представлена результатами многолетних исследований 6 сортов и 2 гибридов Citrus unshiu: Миагава-Васе (St.); Слава Вавилова; Юбилейный; Сентябрьский; Кодорский; Уншиу; гибрид 16939 (Миагава-Васе x Натсу Микан); гибрид 16954 (Миагава-Васе x Юка), произрастающих в субтропической зоне Краснодарского края, отличающихся высокой активностью фермента каталазы и устойчивостью к изменениям почвенно-климатических условий.*

**Ключевые слова:** мандарины, водный дефицит, толщина листа, каталаза, устойчивость.

*Abilfazova Julia Sulevna, Candidate of Biology, a senior researcher of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry of the Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops", Russia, 354002, Sochi, 2/28 Jan Fabricius str.; e-mail: [Citrus\\_Sochi@mail.ru](mailto:Citrus_Sochi@mail.ru); tel.: 8 (906) 4364302.*

## **ACTIVITY OF CATALASE FERMENT OF MANDARIN LEAVES IN THE SUBTROPICS OF RUSSIA**

(reviewed)

*The article presents the results of long-term studies of 6 varieties and 2 hybrids of Citrus unshiu: Miagawa-Vase (St.); Vavilov's Glory; Jubilee; September; Kodorsky; Unshiu; 16939 Hybrid (Miagawa-Vase x Natsu Mikan); 16954 Hybrid (Miagawa-Vase x Yuka), growing in the subtropical zone of the Krasnodar Territory, characterized by high catalase enzyme activity and resistance to changes in soil-climatic conditions.*

**Keywords:** mandarins, water deficiency, sheet thickness, catalase, stability.

Черноморское побережье Краснодарского края является уникальным регионом для выращивания южных плодовых и субтропических культур, а также получения экологически безопасной продукции для курортной зоны России. Институт цветоводства и субтропических культур располагает богатым генофондом растений, в том числе и неплохой коллекцией цитрусовых, где наиболее ценными в лечебном и диетическом отношении являются: мандарин, апельсин, лимон, грейпфрут.

Рациональное использование уникальных природных условий курортной зоны, совершенствование технологий и элементов возделывания растений позволит в

дальнейшем получать экологически чистую продукцию, используя при этом лечебно-профилактические свойства цитрусовых.

Установлено, что отрицательные факторы способствуют ослаблению растений, в результате чего повышается их восприимчивость к курчавости, инфекционным и вирусным заболеваниям [1], приводящее, впоследствии, к снижению продуктивности и ухудшению качества продукции. Неблагоприятные засушливые месяцы в субтропической зоне начинаются с середины июня по август. Как показывает практика, в результате высоких температур воздуха до  $+30^{\circ}\text{C}$  и влажности более 80% снижаются биохимические процессы в растениях (оводненность тканей, фотосинтез, дыхание, активность обмена вещества и т.д.) [2].

#### **Методы и объекты исследований**

Многолетние исследования проводились на модельных сортах и гибридах цитрусовых (2008-2010 гг.), выращиваемых на плантации института в опытно-технологическом отделе сектора плодовых культур ФГБНУ ВНИИЦиСК. Почвы кислые, бурые лесные, слабонасыщенные. Опыт заложен в 1986 г., площадь питания составляла  $4 \times 2$  м, повторность 3-х кратная, размещение – рендомизированное. Схема опыта включала 8 вариантов: Миагава-Васе (*Miagava-Base - St.*); Слава Вавилова (*Slava Vavilov*); Юбилейный (*Jubilee*); Сентябрьский (*Sentyabrsky*); Кодорский (*Kodorsky*); Уншиу (*Unshiu*); гибрид 16939 (Миагава-Васе x Натсу) (*hybrid 16939 (Miagava-Vase x Natsu)*); гибрид 16954 (Миагава-Васе x Юка) (*hybrid 16954 (Miagava-Vase x Yuka)*).

Агротехника общепринятая для культуры мандарина [3]. Индикаторным органом для оценки функционального состояния карликового мандарина определены физиологически зрелые листья. Отбор плодов персика проводился с июня по сентябрь в зависимости от погодных условий (засуха, высокие температуры воздуха и т.д.), сорта и сроков созревания плодов.

Для диагностирования устойчивости цитрусовых культур к неблагоприятным факторам, проводились исследования, характеризующие водный режим и ферментативную активность у перспективных сортов и гибридов мандарина, это: оценка засухоустойчивости по величине водного дефицита [4]; экспресс-диагностика жарозасухоустойчивости по изменению толщины листовой пластинки [5]; активность фермента каталазы [4].

Как известно, водный дефицит является реакцией на действие абиотических факторов природной среды во влажных субтропиках, а также важным и универсальным показателем, диагностирующим внутреннее состояние растений в засушливый период, который повторяется из года в год. Диагностические показатели позволят оценить физиологическое состояние растений, их устойчивость к изменениям внешней среды, потенциальную возможность и сортопригодность для дальнейшего возделывания в субтропической зоне Краснодарского края.

#### **Результаты исследований**

Анализ погодных условий показал, что в курортной зоне весна обычно бывает прохладной и дождливой, что способствует замедлению вегетативных и генеративных процессов, происходящих в растениях цитрусовых. Наиболее засушливым периодом для мандарина является летнее время (середина июня-август), когда наблюдается высокая температура воздуха более  $+30^{\circ}\text{C}$  с относительной влажностью до 80% и выше, что

отрицательно влияет на рост и развитие растений. При резком изменении водного или температурного режима происходит нарушение обменных процессов у растений.

Мандарины чувствительны к переменам окружающей среды, особенно к засухе [6, 7] в связи, с чем и проводились исследования по величине водного дефицита до и после стресса. Наша работа была облегчена тем, что в субтропической зоне не приходилось моделировать засуху, так как нарушения гидротермического характера повторяются из года в год.

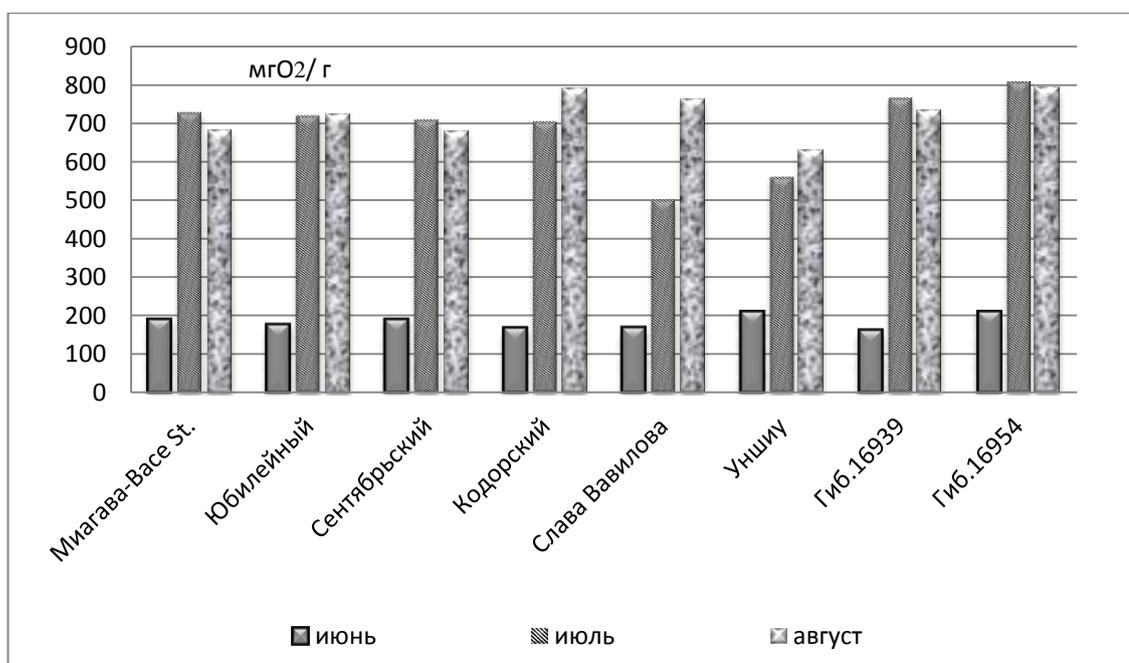
Данные по изучению водного режима в неблагоприятный по водообеспеченности период показали, что водный дефицит листьев в среднем по опыту достигал всего 13%, что свидетельствует об устойчивости растений мандарина к высокой температуре окружающей среды [8]. Из полученных результатов следует, что способность растения выживать в условиях дефицита влаги зависит от того, как эффективно работают защитные механизмы самого растения.

Диагностирование жаро-засухоустойчивости листьев мандарина проводилось с помощью портативного тургоромера. В результате выявлено, что нарастание толщины листа и сохранение тургесцентности у устойчивых сортов Кодорский, Сентябрьский и гибрида 16954 превышало существенно в 1,3 раза контрольный вариант Миагава-Васе (при НСР<sub>05</sub>-0,03). Полученные данные характеризовали их высокую засухоустойчивость к абиотическим факторам среды. Вместе с тем отмечено, что у менее устойчивых сортов – Юбилейный, Слава Вавилова, Миагава-Васе, Уншиу и гибрид 16939 в период воздействия засухи водный дефицит повышался до 15 % и выше, что приводило к наибольшей потере тургора, которое выражалось в снижении толщины листовой пластинки почти в 1,2 раза.

В процессе биологического окисления при тканевом дыхании у растений происходит выброс перекиси водорода, который усугубляется во время экстремальных погодных условий и губительно влияет на внутреннее состояние растений [2, 9]. Чем больше стресс, тем больше происходит выброса. Но накоплению H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> препятствует фермент каталаза, распространенный в клетках, который расщепляя H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> на воду и кислород, играет защитную роль. Для получения более достоверной информации о влиянии неблагоприятных факторов на активность каталазы, как показателя устойчивости растений, анализировались листья мандарина [10]. Так, в благоприятный период (июнь) активность фермента в среднем по опыту составила – 160,0 млО<sub>2</sub>/г у гибрида 16939 (Миагава-Васе x Натсу) ... 208,0 млО<sub>2</sub>/г у сорта Уншиу (рис. 1).

Наши исследования показали, что у здоровых, активно растущих деревьев, имеющих оптимальные показатели водного режима, активность каталазы по опыту была на уровне контрольного сорта Миагава-Васе, что свидетельствует об их жизнестойкости в соответствующих условиях.

Ситуация изменилась в июле-августе с нарастанием неблагоприятных факторов (засуха, высокая влажность, температура воздуха до +28°C и выше), растения мандарина приобрели угнетенный вид. Так, проведенные анализы в июле показали, что количество выделившегося кислорода в результате разложения перекиси водорода колебалось в пределах 501,3 млО<sub>2</sub>/г... 808,0 млО<sub>2</sub>/г, а в августе – 629,3 млО<sub>2</sub>/г...789,3 млО<sub>2</sub>/г (рис. 1). Образование устойчиво-высокой концентрации перекиси водорода в листьях свидетельствует о воздействии различных стресс-факторов, которые впоследствии приводят к нарушению жизнедеятельности растений.



**Рисунок 1.** Активность фермента каталазы листьев мандарина (2008-2010 гг.)

### Заключение

Из изложенного выше следует, что довольно низкий водный дефицит, незначительная потеря тургора листовых пластинок и высокая активность каталазы диагностируют устойчивость и возможность противостояния культуры мандарина к гидротермическим нарушениям окружающей среды.

### Литература:

1. Карпун Н.Н., Янушевская Э.Б., Михайлова Е.В. Защитные механизмы персика и их роль в повышении устойчивости к курчавости // Субтропическое и декоративное садоводство. 2015. Т. 53. С. 14-143.
2. Абиьфазова Ю.С. Физиолого-биохимические показатели устойчивости персика в зависимости от погодных условий Сочи // Садоводство и виноградарство. 2014. №4. С. 42-44.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 5. Плодовые, ягодные, субтропические, цитрусовые, орехоплодные культуры, виноград и чай. Москва: Колос, 1970. 269 с.
4. Гунар И.И. Практикум по физиологии растений. Москва: Колос, 1972. 168 с.
5. Экспресс-метод диагностики жароустойчивости и сроков полива растений / М.Д. Кушниренко [и др.]. Кишинев: Штиинца, 1986. 38 с.
6. Абиьфазова Ю.С. Изменения физиологического состояния растений мандарина под влиянием неблагоприятных факторов среды // Всероссийский симпозиум «Растение и стресс» / Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН. Москва, 2010. С. 25-26.
7. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России / А.В. Рындин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2014. №3. С. 40-48.
8. Рындин А.В. Водно-термический режим субтропиков России // Садоводство и виноградарство. 2009. №3. С. 14-18.

9. Julia Abilphazova, Oksana Belous. Adaptability of cultivars and hybrids of tangerine in a subtropical zone of Russia // *Potravinarstvo*. 2015. V. 9, №1. P. 299-303.

10. Гудковский В.А., Каширская Н.Я, Цуканова У.М. Окислительный стресс плодовых и ягодных культур. Тамбов: ТГТУ, 2001. 88 с.

**Literature:**

1. Karpun N.N., Yanushevskaya E.B., Mikhailova E.V. Protective mechanisms of tpeach and their role in improving curl resistance // *Subtropical and decorative gardening*. 2015. P. 53. P. 14-143.

2. Abilfazova Yu.S. Physiological and biochemical indicators of peach stability depending on the weather conditions in Sochi // *Horticulture and viticulture*. 2014. № 4. P. 42-44.

3. *The method of state variety testing of agricultural crops. Issue 5. Fruit, berry, subtropical, citrus, nuts, grapes and tea*. Moscow: Kolos, 1970. 269 p.

4. Gunar I.I. *Practicum on plant physiology*. Moscow: Kolos, 1972. 168 p.

5. *Express-method of diagnosing heat resistance and timing of plant watering* / M.D. Kushnirenko [and others]. Kishinev: Shtiintsa, 1986. 38 p.

6. Abilfazova Yu.S. Changes in mandarin plant physiological state under the influence of adverse environmental factors // *All-Russian Symposium " A plant and sress "* / Institute of Plant Physiology named after K.A. Timiryazev of the RAS. Moscow, 2010. P. 25-26.

7. *Use of physiological and biochemical methods for revealing the mechanisms of adaptation of subtropical, southern fruit and ornamental cultures in the subtropics of Russia* / A.V. Ryndin [and others] // *Agricultural Biology*. 2014. № 3. P. 40-48.

8. Ryndin A.V. *Water-thermal regime of the Russian subtropics* // *Horticulture and viticulture*. 2009. № 3. P. 14-18.

9. Julia Abilphazova, Oksana Belous. Adaptability of cultivars and hybrids of tangerine in the subtropical zone of Russia // *Potravinarstvo*. 2015. V. 9, No. 1. P. 299-303.

10. Gudkovsky V.A., Kashirskaya N.Ya., Tsukanova U.M. *Oxidative stress of fruit and berry crops*. Tambov: TSTU, 2001. 88 p.