

УДК 58.04:634.32

doi: 10.31360/2225-3068-2023-87-67-80

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРОХИМИКАТОВ  
РЕГУЛЯТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА РАСТЕНИЯХ  
МАНДАРИНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ  
ПРОДУКЦИИ**

**Кунина В.А., Платонова Н.Б., Белоус О.Г.**

*Федеральный исследовательский центр  
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,  
г. Сочи, Россия, e-mail: ryndina.v@mail.ru; natali1875@bk.ru; oksana191962@mail.ru*

*Кунина В.А. [orcid.org/0009-0005-2640-4921](https://orcid.org/0009-0005-2640-4921)  
Платонова Н.Б. [orcid.org/0000-0003-2392-8947](https://orcid.org/0000-0003-2392-8947)  
Белоус О.Г. [orcid.org/0000-0001-5613-7215](https://orcid.org/0000-0001-5613-7215)*

Статья посвящена изучению влияния агрохимикатов регуляторного действия на состояние растений и биохимические компоненты плодов мандарина. Исследования ведутся с 2019 года. Рассмотрено изменение водного дефицита в условиях стресса и под влиянием агрохимикатов регуляторного действия. Определено действие агрохимикатов на сочность плодов мандарина и накопление основных биологически активных соединений, характеризующих их пищевую значимость. Наступление водного дефицита в растениях мандарина развивается не сразу, благодаря анатомо-морфологическим особенностям листьев (наличие кутикулярного слоя и в засуху скручивание листовой пластинки). Показано, что при внесении силипланта наблюдается снижение водного дефицита, в то время, как обстактин, обладая ростостимулирующим эффектом, приводит к ухудшению водного статуса из-за активных ростовых процессов у растений

на этом варианте. Установлено, что на варианте с обстактином из-за более высокого водного дефицита выход сока существенно ( $LSD_{05} = 12,4$ ) меньше; на варианте с обработками силиплантом выход сока несколько выше, чем на контроле (146,3 мл); при опрыскивании зеребра агро, сочность плодов выше, чем при обработках обстактином. Обработки существенно ( $LSD_{05} = 1,15$ ) снижали количество накапливаемых полифенолов, что отмечается и другими авторами. Однако наблюдалось стимулирование накопления в плодах витамина С до 52,56–56,32 мг/100 г (при 46,29 мг/100 г на контроле) и витамина Р. Отмечено, что регуляторы роста обеспечивают более высокое накопление сахаров в плодах мандарина (до 94,1–97,3 г/кг). Полученные в работе экспериментальные данные вносят вклад в разработку эффективных способов регулирования функционального состояния растений и получение качественных плодов при стрессовых воздействиях.

**Ключевые слова:** мандарины, агрохимикаты регуляторного действия, функциональное состояние, водный дефицит, качество, сахара, полифенолы, витамины.

**Введение.** Цитрусовые – это важнейшие плодовые культуры безморозных субтропических и тропических регионов. Во влажных субтропиках России их выращивают более ста лет [14, 23]. Первые посадки мандарина в Сочинском районе относятся к 1905 году. В 1928 году Сочинская опытная станция (ныне Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук») занимала цитрусовыми культурами 190 участков. В настоящий период коллекционный фонд цитрусовых центра насчитывает 132 сортообразца [10, 13].

Однако влажные субтропики России можно назвать условно комфортной зоной для произрастания цитрусовых, т.к. в последнее время все чаще наблюдаются низкие температуры зимой (до  $-6$  °С), а также, более продолжительные жаркие засушливые периоды летом, что несомненно сказывается на функциональном состоянии насаждений и качестве плодов [16]. Плоды мельчают, изменяется их биохимический состав и вкусовые характеристики [17].

В этой связи, поиск методов повышения оптимизации состояния растений в данных условиях – актуальная задача. Перспективным методом является использование такого агротехнического приёма, как обработка растений агрохимикатами регуляторного и стресс-протекторного действия, которые оказывают влияние не только на засухо- и морозоустойчивость растений, способствуют повышению неспецифического иммунитета, но и улучшают завязываемость плодов, уменьшают осыпаемость завязи и, как следствие, влияют на повышение урожайности [19, 22, 29, 30]. Оптимизация функционального состояния растений также приводит к улучшению качества выращиваемой продукции.

Производство экологически безопасной продукции – ключевая задача экологизации сельскохозяйственной деятельности. В связи с этим выбор

безопасных агрохимикатов является важной задачей. Нами были использованы агрохимикаты регуляторного действия, относящиеся к малоопасным препаратам, прошедшим соответствующие испытания. Эти агрохимикаты являются не только регуляторами роста и средствами для повышения урожайности, но и стимуляторами естественных защитных реакций растений.

**Цель исследований** – изучить влияние агрохимикатов регуляторного действия на состояние растений и биохимические компоненты плодов, лежащие в основе их качественных характеристик.

**Объекты и методы исследований.** Исследования ведутся с 2019 года по настоящее время. Полевой опыт заложен на плантации мандарина карликового сорта ‘Миагава-Васе’, привитого на *Poncirus trifoliata*, в опытно-технологическом отделе Центра в частично контролируемых условиях (рекомендуемый агрофон, осуществление защитных мероприятий, но отсутствие регулярного полива).

В качестве агрохимикатов регуляторного и стресс-защитного действия использованы: силиплант (5 мл/1 л воды) и зеребра агро (5 мл/1 л воды); в качестве эталона взят обстактин (5 мл/1 л воды), контролем являлся вариант с обработкой водой. Повторность опыта – 3-кратная, расположение вариантов рендомизированное. За однократную повторность у плодовых культур принято «дерево-делянка». Некорневые обработки мандарина проведены двукратно: первая в фазу «смыкание чашелистиков» (конец мая – начало июня), вторая – за 30 дней до уборки плодов. Осуществлялся анализ метеоусловий вегетационного периода и периода исследований.

Лабораторные анализы выполнены в трёхкратной повторности на базе отдела физиологии и биохимии растений с использованием общепринятых методов. Функциональное состояние растений определяли по показателю водного дефицита [20]; биохимические характеристики плодов оценивали по содержанию в них суммы полифенолов, витамина Р и С. Определение полифенолов проводили спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чокальтеу, который содержит фосфорно-вольфрамовые кислоты, восстанавливающиеся при взаимодействии с легкоокисляющимися ОН-группами фенола. При этом образуется вольфрамовая синь, обладающая характерной полосой поглощения с максимумом 765 нм, придающая исследуемому раствору синий цвет. Несмотря на то, что реактив Фолина-Чокальтеу по-разному взаимодействует с различными полифенолами, использование галловой кислоты в качестве стандарта позволяет достоверно определить общее содержание полифенолов (ГОСТ Р ИСО 14502-1-2010 Чай. Метод определения общего содержания полифенолов, 2010). Содержание витамина Р (рутина) определяли методом титрования, основанном на способности рутина окисляться перманганатом, в качестве индикатора применяется индигокармин, который вступает в реакцию с перманганатом после

того, как окислится весь рутин [4]. Количество витамина С определяли йодометрическим методом, титрантом служил раствор йодата калия, титрование вели в присутствии йодида калия и хлороводородной кислоты (индикатор – крахмал) до стойкого синего окрашивания [4]. Содержание моно- и дисахаров определяли с использованием системы капиллярного электрофореза Капель-105 М (Санкт-Петербург, Россия) [9]. Также, оценивали выход сока, который высчитывали по формуле

$$C = (A - B)/A \cdot 100 \%$$

где,

A – m плодов до отжима;

B – m после отжима.

Статистическая обработка проведена методами корреляционного анализа с применением пакета ANOVA в STATGRAPHICS Centurion XV (версия 15.1.02, StatPoint Technologies) и MS Excel 2007. Статистический анализ включал одномерный дисперсионный анализ (метод сравнения средних с использованием дисперсионного анализа, t-критерий). Статистически значимой принята значимость различия между средними значениями при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Нами проводилась оценка показателей водного дефицита в наиболее стрессовый период в течении всех лет исследований, однако, на рисунке 1 для наглядности нами представлен график изменения водного дефицита растений на контрольном варианте в 2022 году при изменении гидротермических условий (рис. 1).

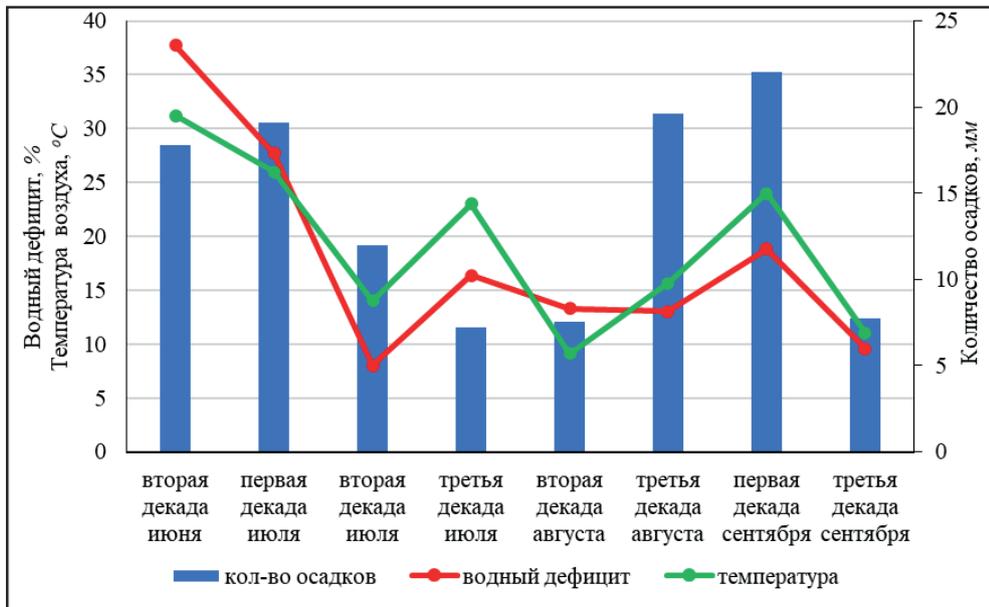
Из рисунка 1 видно, что график водного дефицита чётко повторяет изменение температурных показателей. При этом наступление водного дефицита развивается не сразу, листья мандарина ещё долгое время после дождей, благодаря анатомо-морфологическим особенностям (наличие кутикулярного слоя и скручивание листовой пластинки в засуху), держат влагу в тканях и изменение водного дефицита проявляется с «опозданием» [15, 18].

Внесение агрохимикатов класса фитогормонов оказывает неоднозначное действие на изменение водного дефицита (рис. 2), и как видно из рисунка 2 существенное ( $НСР_{05} = 1,20$ ) снижение водного дефицита наблюдается только при внесении силипланта, что обусловлено содержанием биоактивного кремния и калия в составе препарата. В то же время, обстактин, относящийся к фитогормонам ауксинового типа, обладая ростостимулирующим эффектом, при наступлении засухи при-

водит к ухудшению водного статуса из-за активных ростовых процессов у растений на этом варианте.

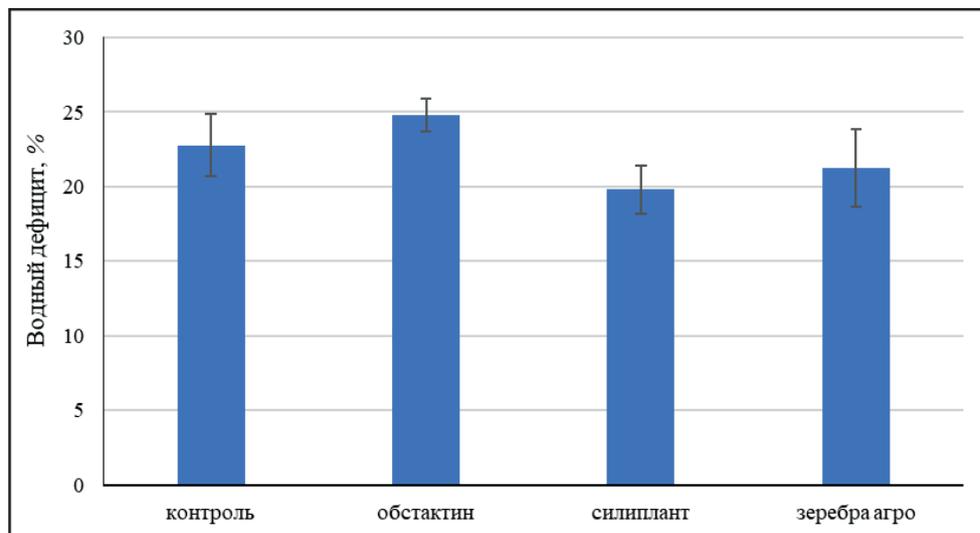
Функциональное состояние растений влияет на формирование плодов. Качественные характеристики плодов и их пищевая ценность определяется комплексом показателей, в частности, сочность плода, которая оценивается по выходу сока, содержание в плодах растворимых сухих веществ (РСВ), витаминов (например витамина С), полифенолов, обладающих антиоксидантным действием и т. д.

Многочисленными исследованиями показано, что эффективность извлечения сока из плодов зависит от их спелости и от степени воздействия деструктурирующего фактора на растительную ткань [1, 8]. Повысить выход сока возможно путём активации процессов деструкции пектиновых веществ, целлюлозы, гемицеллюлоз, белковых веществ в составе клеточной стенки.



**Рис. 1.** Динамика водного дефицита листьев при изменении гидротермических условий (вариант контроль, 2022 г.)

**Fig. 1.** Dynamics of water deficiency in leaves under changing hydrothermal conditions (control option, 2022)

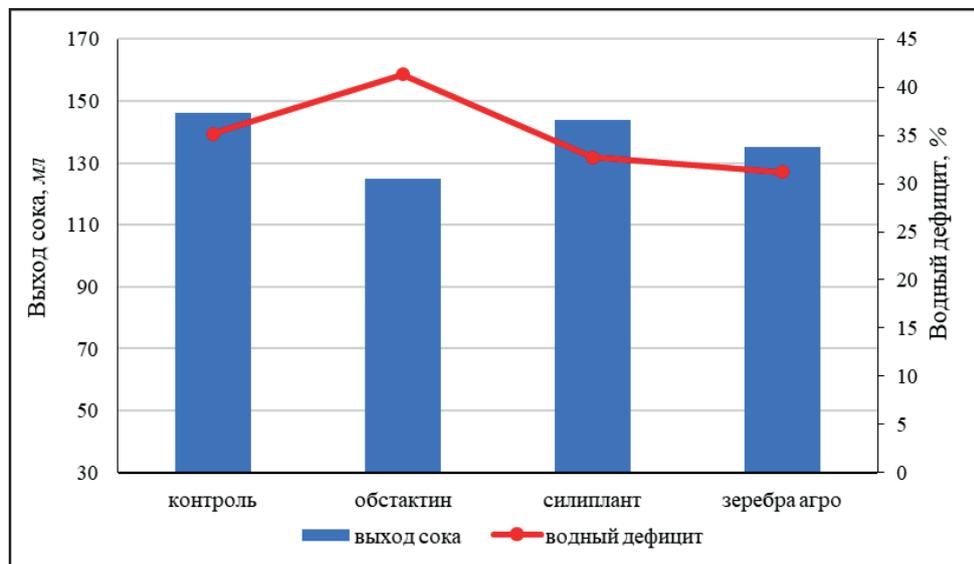


**Рис. 2.** Водный дефицит листьев мандарина при обработках агрохимикатами регуляторного действия (2020–2022 г.)

**Fig. 2.** Water deficiency in tangerine leaves during treatment with agrochemicals of regulatory action (2020–2022)

Плоды мандарина, содержат собственные ферменты, катализирующие гидролиз пектиновых веществ [37]. Однако, используя регуляторы роста, можно интенсифицировать процесс деструкции пектина, тем самым увеличив выход сока. Также на процесс выхода сока влияют гидротермические условия, в частности, засушливый период, который приводит к обезвоживанию не только листового аппарата, но и плодов. Использование регуляторов роста, улучшая функциональное состояние растений, приводит к формированию более сочных плодов, при этом в плодах изменяется и содержание основных биологически активных веществ (полифенолов, витаминов, сахаров и т. д.) [33].

Наши исследования показали, что на варианте с обстактином, где в годы исследований наблюдался более высокий водный дефицит (рис. 2) выход сока существенно ( $HCР_{05} = 12,4$ ) меньше (рис. 3), в то время как на варианте с обработками силиплантом выход сока по годам в среднем составил 144,0 мл при 146,3 на контроле. Некорневое опрыскивание агрохимикатом зеребра агро не повлияло на выход сока, однако сочность плодов на этом варианте выше, чем при обработках обстактином (рис. 3).



**Рис. 3.** Выход сока при обработках агрохимикатами регуляторного действия (2020–2022 г.)

**Fig. 3.** Juice yield when treated with agrochemicals of regulatory action (2020–2022)

Плоды цитрусовых, в т. ч. и мандарина содержат большое количество биологически активных веществ, обуславливающих их пищевую ценность (сахара, причём преобладающей формой является сахароза, органические кислоты, в основном лимонная, витамины С, В1, В2, РР и каротин, пектиновые вещества, гликозиды и т. д.) [27, 34]. В плодах содержатся соли не менее важных для здоровья элементов: Са, Fe, Mg, Р, К, Na [28]. Помимо этого, в плодах содержится комплекс полифенолов, что является важным с позиции антиоксидантных, антибактериальных, антипролиферативных и антитромботических свойств плодов [39].

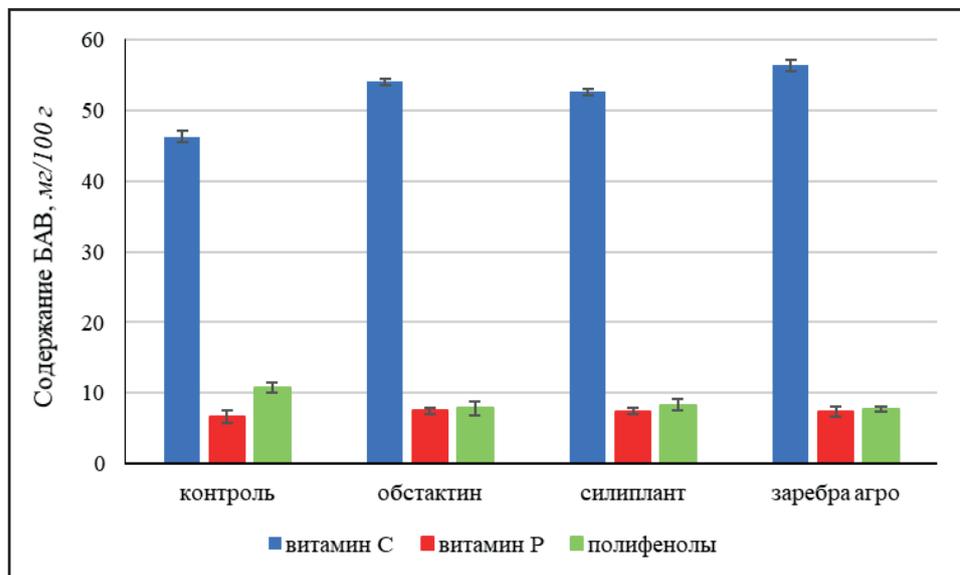
Анализ литературных источников показал, что нет однозначной оценки влияния агрохимикатов, в том числе из класса фитогормонов, на показатели качества плодов [3]. Ряд авторов отмечают положительное влияние на качественные характеристики [5, 6, 12, 32, 35, 36, 40], в то время как другие исследователи говорят об ухудшении качества плодов [7, 21, 26, 41] или об отсутствии влияния [11, 24, 25].

Нас интересовал вопрос, как изменяется содержание витамина С и полифенолов в плодах мандарина при обработке растений агрохимикатами регуляторного действия (рис. 4). Как видно из представленных на рисунке 4 данных, обработки существенно ( $HCP_{05} = 1,15$ ) снижали количество накапливаемых полифенолов в 1,3–1,4 раза по сравнению с

контролем (10,73 мг/г), однако стимулировали синтез в плодах витамина С до 52,56–56,32 мг/100 г (при 46,29 мг/100 г на контроле). Снижение количества полифенольных компонентов при обработках агрохимикатами регуляторного действия отмечается и другими авторами, которые предполагают, что подобный процесс может происходить из-за более высокого содержания в контрольных плодах общего фенола, о-дифенола, концентраций флавоноидов и флаванолов, в то время как агрохимикаты приводят к трансформации этих компонентов [2, 42, 43]. При этом количество витамина Р в плодах, относящегося к биофлавоноидам, несколько выше при обработках агрохимикатами регуляторного действия (рис. 4).

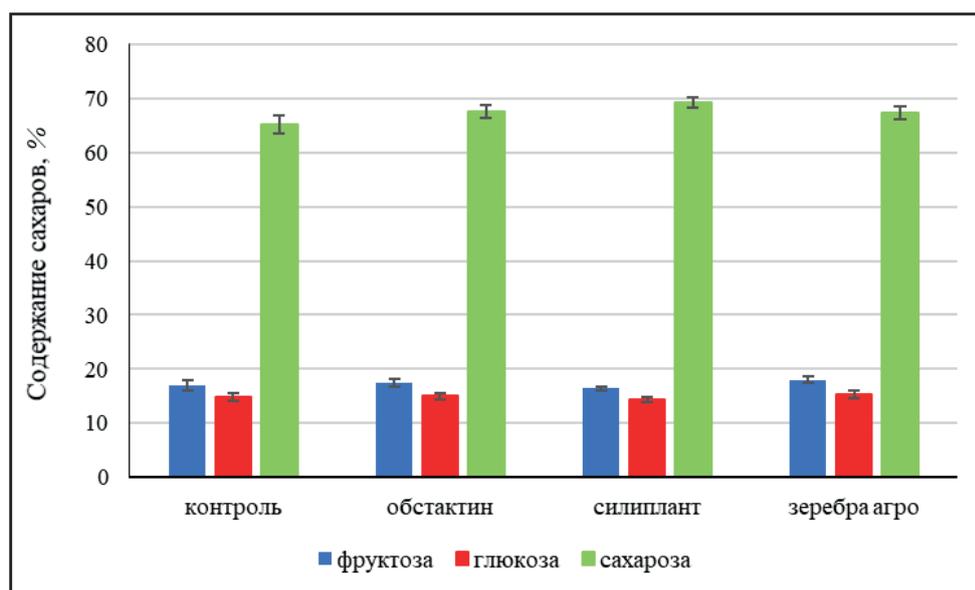
Помимо выше сказанного, регуляторы роста обеспечивают более высокое накопление сахаров в плодах мандарина – до 94,1–97,3 г/кг. Отмеченное нами действие агрохимикатов на накопление биохимических компонентов, в частности сахаров, подтверждается и исследованиями других авторов. Причём авторы указывают, что поскольку состав и концентрация сахаров определяются метаболическими и транспортными процессами, их регуляция имеет важное значение для улучшения качества плодов [31, 38, 44, 45].

Учитывая некоторое превышение количества сахарозы на вариантах с обработками (до 67–69 % от суммы сахаров), можно говорить об активации процесса созревания плодов под влиянием данных агрохимикатов (на контроле количество сахарозы составляет 65 % от суммы).



**Рис. 4.** Содержание БАВ в плодах при обработках агрохимикатами регуляторного действия (2020–2022 г.)

**Fig. 4.** The content of BAS in fruits when treated with agrochemicals of regulatory action (2020–2022)



**Рис. 5.** Содержание сахаров в плодах при обработках агрохимикатами регуляторного действия (2020–2022 г.)

**Fig. 5.** Sugar content in fruits during processing with agrochemicals of regulatory action (2020–2022)

**Выводы.** Таким образом, внесение агрохимикатов класса фитогормонов оказывает неоднозначное влияние на изменение водного дефицита: содержащие ауксины – вызывают ухудшение состояния растений вследствие активации ростовых процессов, что снижает устойчивость, в то время как агрохимикаты на основе кремния оказывают стресс протекторное действие. Функциональное состояние растений влияет на формирование качественных характеристик мандарина, что проявляется в образовании более сочных плодов с высоким выходом сока. При обработках изменяется как содержание полифенолов, так и накопление витаминов. Внесение агрохимикатов класса фитогормонов обеспечивает более высокое накопление сахаров, в частности, сахарозы. Полученные в работе экспериментальные данные вносят вклад в разработку эффективных способов регулирования функционального состояния растений и получение качественных плодов при стрессовых воздействиях.

*Публикация подготовлена в рамках реализации  
ГЗ ФИЦ СХЦ РАН № FGRW-2022-0012,  
регистрационный номер 121120700353-5*

Список литературы/References

1. Алсивар С.К.А., Курбатова Е.И., Соколова Е.Н., Римарева Л.В. Биотехнологический способ переработки цитрусовых для получения осветлённых соков, Пиво и напитки. 2013; 4 : 18-22. [Alsivar S.K.A., Kurbatova E.I., Sokolova E.N., Rimareva L.V. Biotechnological method of citrus processing for obtaining clarified juices, Beer and beverages. 2013; 4 : 18-22. (In Rus)].
2. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. Киев: Наукова думка, 1976, 260 с. [Baraboy V.A. Biological effect of plant phenolic compounds. Kiev: Naukova dumka, 1976, 260 p. (In Rus)].
3. Ветрова О.А., Роева Т.А. Влияние минеральных удобрений на биохимический состав и качество плодов, Современное садоводство. 2019; 3 : 48-69. [Vetrova O.A., Roeva T.A. The influence of mineral fertilizers on the biochemical composition and quality of fruits, Contemporary horticulture. 2019; 3 : 48-69. (In Rus)]. DOI: 10.24411/2312-6701-2019-10307.
4. Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2006, 107 с. [Voskresenskaya O.L., Alyabysheva E.A., Polovnikova M.G. A large workshop on bioecology. Yoshkar-Ola: Mar. State University, 2006, 107 p. (In Rus)]. ISBN: 5-94808-239-3.
5. Горбов М.Е., Кузин А.И., Трунов Ю.В. и др. Оптимизация минерального питания в насаждениях смородины, Селекция и сорторазведение садовых культур. 2015; 39-42. [Gorbov M.E., Kuzin A.I., Trunov Yu.V. et al. Optimization of mineral nutrition in currant plantations, Selection and variety breeding of garden crops. 2015; 39-42. (In Rus)].
6. Горохова О.Г., Чевычелов С.М., Сабарайкина С.М. Влияние агрофона на продуктивность и качество ягод смородины красной, произрастающей на мерзлотной почве, Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2014; 2 : 27-32. [Gorokhova O.G., Chevuchelov S.M., Sabaraikina S.M. The influence of the agrophone on the productivity and quality of red currant berries growing on permafrost soil, Arctic and Subarctic Natural Resources. 2014; 2 : 27-32. (In Rus)].
7. Гурьянова Ю.В., Рязанова В.В., Марченко Ю.О. Влияние некорневых подкормок на урожай и качество яблок, Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013; 4 : 19-20. [Guryanova Yu.V., Ryazanova V.V., Marchenko Yu.O. The influence of foliar fertilizing on the yield and quality of apples, Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2013; 4 : 19-20. (In Rus)].
8. Джаруллаев Д.С., Касьянов Г.И. Факторы, влияющие на выход сока из яблок, Пиво и напитки. 2006; 3 : 44-45. [Dzharullaev D.S., Kasyanov G.I. Factors affecting the yield of juice from apples, Beer and beverages. 2006; 3 : 44-45. (In Rus)].
9. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ». СПб.: ООО «Веда», 2006, 212 с. [Komarova N. V., Kamentsev Ya.S. Practical guide to the use of capillary electrophoresis systems "Kapel". St. Petersburg: LLC "Veda", 2006, 212 p. (In Rus)]. ISBN: 5-903297-01-3.
10. Конинская Н.Г., Шхалахова Р.М., Кулян Р.В. Генетическое разнообразие коллекции гермоплазмы цитрусовых на Западном Кавказе, Субтропическое и декоративное садоводство. 2021; 78 : 44-55. [Koninskaya N.G., Shkhalakhova R.M., Kulyan R.V. Genetic diversity of citrus germplasm collection in the Western Caucasus, Subtropical and ornamental horticulture. 2021; 78 : 44-55. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-78-44-54.
11. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биоудобрений в саду яблони, Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013; 3 : 71-78. [Konovalov S.N., Petrova V.I. The effectiveness of biofertilizers in the apple orchard, Scientific works of GNU SKZNIISiV. 2013; 3 : 71-78. (In Rus)].
12. Кузин А.И. Влияние фертигации капельного орошения и некорневых подкормок на

- продуктивность яблони качество плодов и свойства почвы в интенсивном саду Центрального Черноземья, Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017; 130 : 1-17. [Kuzin A.I. The influence of fertigation of drip irrigation and foliar fertilizing on the productivity of apple trees, fruit quality and soil properties in the intensive garden of the Central Chernozem region, Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017; 130 : 1-17. (In Rus)].
13. Кулешов А.С., Кулян Р.В. Редкие виды рода *Citrus* и их использование (литературный обзор), Субтропическое и декоративное садоводство. 2020; 73 : 51-61. [Kuleshov A.S., Kulyan R.V. Rare species of the genus citrus and their use (literary review), Subtropical and ornamental horticulture. 2020; 73 : 51-61. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-73-51-61.
14. Кулян Р.В. Генетическое разнообразие цитрусовых растений по селекционно значимым признакам, Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020; 3 : 47-51. [Kulyan R.V. Genetic diversity of citrus plants by breeding significant characteristics, Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2020; 3 : 47-51. (In Rus)]. DOI: 10.30850/vrsn/2020/3/47-51.
15. Кулян Р.В., Белоус О.Г., Платонова Н.Б. Ассимиляционный аппарат отдалённых гибридов цитрусовых, как элемент неспецифического механизма устойчивости, Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021; 5 : 29-32. [Kulyan R.V., Belous O.G., Platonova N.B. Assimilation apparatus of distant citrus hybrids as an element of a nonspecific mechanism of stability, Bulletin of Russian Agricultural Science. 2021; 5 : 29-32. (In Rus)]. DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/29-32.
16. Кулян Р.В., Горшков В.М. Влияние погодных условий на продуктивность коллекционных сортов мандарина (*Citrus reticulata* Blanco var. Unshiu.) во влажных субтропиках России, Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2019; 3(58) : 39-42. [Kulyan R.V., Gorshkov V.M. The influence of weather conditions on the productivity of collectible varieties of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco var. Unshiu.) in the humid subtropics of Russia, Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. 2019; 3(58) : 39-42. (In Rus)].
17. Кулян Р.В., Коннов Н.А., Белоус О.Г. Биохимическая характеристика мелкоплодных цитрусовых от отдаленных скрещиваний с *Fortunella* Sw., Садоводство и виноградарство. 2022; 4 : 34-39. [Kulyan R.V., Konnov N.A., Belous O.G. Biochemical characteristics of small-fruited citrus fruits from distant crosses with *Fortunella* Sw., Horticulture and viticulture. 2022; 4 : 34-39. (In Rus)]. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-4-34-39.
18. Кунина В.А., Белоус О.Г. Изменение листовых параметров карликового мандарина под влиянием регуляторов роста, Субтропическое и декоративное садоводство. 2022; 82 : 146-158. [Kunina V.A., Belous O.G. Change of leaf parameters of dwarf mandarin under the influence of growth regulators, Subtropical and ornamental horticulture. 2022; 82 : 146-158. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2022-82-146-157.
19. Кунина В.А., Белоус О.Г. Состояние растений мандарина (*Citrus reticulata* var. unshiu Tan.) при обработках физиологически активными веществами, Садоводство и виноградарство. 2022; 5 : 24-30. [Kunina V.A., Belous O.G. The condition of mandarin plants (*Citrus reticulata* var. unshiu Tan.) under treatment with physiologically active substances, Horticulture and viticulture. 2022; 5 : 24-30. (In Rus)]. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-5-24-30.
20. Практикум по физиологии растений: под ред. И.И. Гунара. М.: Колос, 1972, 168 с. [Workshop on plant physiology: edited by I.I. Gunar. M.: Kolos, 1972, 168 p. (In Rus)].
21. Рупасова Ж.А., Лиштван И.И., Титок В.В., Яковлев А.П., Василевская Т.И., Криницкая Н.Б., Гончарова Л.В. Влияние рострегулирующих препаратов на биохимический состав плодов голубики на выработанном участке торфяного месторождения на севере Беларуси, Экологический вестник. 2016; 1 : 40-45. [Rupasova Zh.A., Lishtvan I.I., Titok V.V., Yakovlev A.P., Vasilevskaya T.I., Krinitskaya N.B., Goncharova L.V. Influence of

- growth-regulating drugs on the biochemical composition of blueberry fruits in the developed area of a peat deposit in the north of Belarus, Ecological Bulletin. 2016; 1 : 40-45. (In Rus)].
22. Рындин А.В., Белоус О.Г. Устойчивость растений мандарина (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) при обработках биологически активными веществами: Биологические основы защиты растений: сб. науч. тр. VII Жученковских чтений. Краснодар: Федеральный научный центр биологической защиты растений, 2022 : 198-205. [Ryndin A.V., Belous O.G. Resistance of mandarin plants (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) during treatment with biologically active substances: Biological bases of plant protection: collection of scientific tr. VII Zhukovsky readings. Krasnodar: Federal Scientific Center for Biological Plant Protection, 2022 : 198-205. (In Rus)]. ISBN: 978-5-906563-68-2.
23. Рындин А.В., Кулян Р.В., Слепченко Н.А., Тутберидзе Ц.В., Горшков В.М. Результаты интродукции субтропических, южных плодовых и цветочно-декоративных культур в ФИЦ СЦ РАН в 2020 г, Субтропическое и декоративное садоводство. 2021; 77 : 25-44. [Ryndin A.V., Kulyan R.V., Slepchenko N.A., Tutberidze Ts.V., Gorshkov V.M. The results of the introduction of subtropical, southern fruit and flower-ornamental crops in the FIT SNC RAS in 2020, Subtropical and decorative gardening. 2021; 77 : 25-44. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-77-25-43.
24. Трунов Ю.В., Цуканова Е.М., Ткачѳв Е.Н., Грезнев О.А., Сергеева Н.Н., Ненько Н.И., Якуба Ю.Ф. Химический состав яблок при некорневых подкормках минеральными удобрениями и биостимулятором роста ЭДАГУМ, Сельскохозяйственная биология. 2012; 1 : 93-97. [Trunov Yu.V., Tsukanova E.M., Tkachev E.N., Greznev O.A., Sergeeva N.N., Nenko N.I., Yakuba Yu.F. Chemical composition of apples with foliar fertilizing with mineral fertilizers and biostimulator of growth EDAGUM, Agricultural biology. 2012; 1 : 93-97. (In Rus)]. DOI: 10.15389/agrobiology.2012.1.93eng.
25. Харламова Т.А., Андрианова Г.П. Влияние предпосадочного внесения удобрений на продуктивность и качество плодов вишни, Аграрная наука. 2001; 2 : 18-19. [Kharlamova T.A., Andrianova G.P. The influence of pre-planting fertilization on the productivity and quality of cherry fruits, Agricultural science. 2001; 2 : 18-19. (In Rus)].
26. Георгиев С. Биологични прояви на плододаващи черешови дървета в зависимост от минералното торене, Растениевъдни науки. 1996; 33(6) : 56-59. [Georgiev S. Biological manifestations of fruiting cherry trees in dependence on mineral fertilization, Plant Sciences. 1996; 33(6) : 56-59. (In Bul)].
27. Ademosun A.O., Oboh G. Anticholinesterase and antioxidative properties of water-extractable phytochemicals from some citrus peels, J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol. 2014; 25(2) : 199-204.
28. Agcam E., Akyildiz A. A Study on the Quality Criteria of Some Mandarin Varieties and Their Suitability for Juice Processing, Journal of Food Processing. 2014; 12 : 1-8. DOI: 10.1155/2014/982721.
29. Belous O., Vasileyko M., Lagoshina A., Platonova N. Optimization of the adaptive mechanism of subtropical crops under the influence of innovative forms of fertilizers, E3S Web of Conferences. 2021; 02006. DOI: 10.1051/e3sconf/202125402006.
30. Belous O., Vasileyko M., Soyton K. Influence of exogenous growth-regulators on physiological and growth processes of dwarf mandarin cv. 'Miagava-Vase', International Journal of Agricultural Technology. 2021; 17(5) : 1665-1676.
31. Belyaev A.I., Pleskachev Yu.N., Petrov N.Yu., et al. Technical efficiency of application of growth regulator in the production and storage of apples, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019; 14(19) : 3425-3430.
32. De Angelis V., Sanchez E., Tognetti J. Timing of nitrogen fertilization influences color and anthocyanin content of apple (*Malus domestica* Borkh. cv 'Royal Gala') fruits, International

- journal of fruit science. 2011; 11(4) : 364-375. DOI: 10.1080/15538362.2011.630298.
33. El-Otmani M., Ait-Oubahou A., Zacarias L. Citrus spp.: orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Woodhead Publishing, 2011, 437-516. ISBN: 9781845697341.
34. Goldenberg L., Yaniv Y., Porat R., Carmi N. Mandarin fruit quality: a review, J. Sci Food Agric. 2018; 98(1) : 18-26. DOI: 10.1002/jsfa.8495.
35. Jivan C., Florin S. The influence of mineral fertilization on apple quality Bulletin UAS-VM Agriculture. 2012; 69(1) : 120-125. DOI: 10.15835/buasvmcn-agr:8666.
36. Kachwaya D.S., Chandel J.S. Effect of fertigation on growth, yield, fruit quality and leaf nutrients content of strawberry (*Fragaria × ananassa*) cv. Chandler Indian Journal of Agricultural Sciences. 2015; 85(10) : 1319-1323.
37. Ladaniya M.Sh. Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation. Academic Press (Elsevier), 2008, 858 p. ISBN: 13: 9780323993067.
38. Li M., Li P., Ma F. et al. Sugar metabolism and accumulation in the fruit of transgenic apple trees with decreased sorbitol synthesis, Horticulture Res. 2018; 5 : 60. DOI: 10.1038/s41438-018-0064-8.
39. Manolopoulou-Lambrinou M., Papadopoulou P. Effect of storage temperature on encore mandarin quality, Acta Hort. 1995; 379 : 475-482. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.379.59.
40. Milosevic T., Milosevic N. Response of young apricot trees to natural zeolite, organic and inorganic fertilizers. Plant, Soil and Environment. 2013; 59(1) : 44-49. DOI: 10.17221/570/2012-PSE.
41. Ochmian I. The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the «Duke» cultivar, Notulae botanicae horti agro-botanici Cluj-Napoca. 2018; 40(2) : 163-169. DOI: 10.15835/nbha4028058.
42. Roussos PA, Denaxa NK, Damvakaris T. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth simulating compounds, Scientia Horticulturae. 2009; 119 : 138-146.
43. SG Gollagi, Muralidhara BM and Ravi GK Plant growth regulators in strawberry: A review, International Journal of Chemical Studies. 2019; 7(2) : 1267-1272.
44. Su J., Zhu L., Liu X., et al. Research progress on sugar metabolism and concentration regulation in fruit, Journal of Fruit Science. 2022; 2 : 266-279. DOI: 10.13925/j.cnki.gsxb.20210369.
45. Sun L., Wang J., Lian L. et al. Systematic analysis of the sugar accumulation mechanism in sucrose- and hexose- accumulating cherry tomato fruits. BMC Plant Biol. 2022; 22 : 303. DOI: 10.1186/s12870-022-03685-8.

**APPLICATION OF AGROCHEMICALS  
OF REGULATORY ACTION ON TANGERINE PLANTS  
TO OBTAIN HIGH-QUALITY PRODUCTS**

**Kunina V.A., Platonova N.B., Belous O.G.**

*Federal Research Centre  
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,  
Sochi, Russia, e-mail: ryndina.v@mail.ru; natali1875@bk.ru; oksana191962@mail.ru*

The study is devoted to the influence of agrochemicals of regulatory action on the condition of plants and biochemical components in tangerine fruits. The investigations have been conducted since 2019. The change in water deficiency

under stress and under the influence of agrochemicals of regulatory action has been considered. The influence of agrochemicals on tangerine fruits' juiciness and accumulation of the main biologically active compounds characterizing their nutritional significance has been determined. The onset of water deficiency in tangerine plants does not develop immediately due to the leaves' anatomical and morphological features (the presence of a cuticle layer and leaf blade's curling in drought). It is shown that when applying siliplant, a decrease in water deficiency is observed, at the same time, obstactin, having a growth-stimulating effect, leads to a deterioration in the water status due to active growth processes in plants in this variant. It has been found that in the variant with obstactin, due to a higher water deficiency, the juice yield is significantly (least significant difference  $LSD_{05} = 12.4$ ) less; in the variant with siliplant treatments, the juice yield is slightly higher than in the control (146.3 ml); when spraying with zerebra agro, the fruits' juiciness is higher than when treated with obstactin. Treatments significantly (least significant difference  $LSD_{05} = 1.15$ ) reduced the amount of accumulated polyphenols, which is also noted by other authors. However, there was a stimulation of vitamin C accumulation in fruits up to 52.56–56.32 mg/100 g (with 46.29 mg/100 g at the control) and vitamin R. It has also been noted that growth regulators provide a higher accumulation of sugars in tangerine fruits (up to 94.1–97.3 g/kg). The experimental data obtained in the work contribute to the development of effective ways for regulating the functional state of the plants and obtaining high-quality fruits under stress.

**Key words:** tangerines, agrochemicals of regulatory action, functional state, water deficiency, quality, sugars, polyphenols, vitamins.