

УДК 581.1:634.3

DOI: 10.36305/2019-4-153-110-120

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ МАНДАРИНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКЗОГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Оксана Геннадьевна Белоус, Алексей Владимирович Рындин,
Наталья Борисовна Платонова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и
субтропических культур», г. Сочи, Россия,
E-mail: oksana191962@mail.ru; ryndin@vniisubtrop.ru; natali1875@bk.ru

Цель исследования состоит в изучении эффективности применения регуляторов роста нового поколения на растениях мандарина для повышения продуктивности, качества продукции и устойчивости культуры к действию факторов внешней среды, с последующей разработкой обоснованных рекомендаций по эффективному их использованию. Задача конкретного этапа связана с изучением возможности повышения адаптивного потенциала карликового мандарина на фоне использования биологически активных веществ нового поколения. В данной статье рассмотрено влияние регулятора роста обстактин (концентрация 0,05%). Полевые исследования проводятся с 2017 года в опытно-технологическом отделе сектора плодовых культур Всероссийского института цветоводства и субтропических культур (Сочи, Россия) на плантации карликового мандарина (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) сорта Миагава-Васе, лабораторные анализы выполняли в лаборатории физиологии и биохимии растений. Исследованиями показано, что площадь листа растений мандарина при обработках обстактином существенно превышала контрольный вариант (НСР ($P \leq 0,05$) = 2,82). Влияние обстактина выразилось в более активной ассимиляционной деятельности листового аппарата, что способствовало большему накоплению сухого вещества. Просчитана продуктивность работы листьев карликового мандарина и выявлено, что наиболее высокие значения отмечены на варианте с обработкой обстактином (10,12 г/дм² при 8,62 г/дм² на контроле). Обстактин способствует существенному увеличению количества зеленых фотосинтетических пигментов (до 2,29 мг/г сырого веса) и существенному усилению синтеза каротиноидов (0,44 мг/г сырого веса), что активизирует защитные механизмы растений (НСР ($P \leq 0,05$) = 0,08). Одновременно усиливается их жизнеспособность (F_m/F_T = 2,478 единиц), что и объясняет активные ассимиляционные процессы. Таким образом, можно говорить о положительном влиянии регулятора роста на физиологическое состояние растений карликового мандарина, как в оптимальный период, так и при наступлении стрессовых гидротермических условий.

Ключевые слова: карликовый мандарин; регуляторы роста; обстактин; пигменты; площадь листа; связанная вода; корреляция; продуктивность работы листьев

Введение

Современное сельское хозяйство невозможно без использования в практике регуляторов роста растений. Многие регуляторы растений относятся к физиологически активным веществам, их применение направлено на повышение урожайности и качества выращиваемой продукции. Изучением влияния некоторых регуляторов на жизнедеятельность сельскохозяйственных (в частности, плодовых) растений занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Значительный вклад в изучение этой проблемы внесли Чайлахян М.Х. (1982), Шевелуха В.С. (1990), Гудковский В.А. (1999), Ненько Н.И. (2008), Чумаков С.С. (2013), Дорошенко Т.Н. (2014), Tacke E. (2014) и др. Исследованиями показано, что эти вещества оказывают влияние на засухо- и морозостойкость растений, а также, способствуют повышению неспецифического иммунитета.

В условиях Краснодарского края (на базе ВНИИЦиСК) велось изучение использования препарата ТУР, которое показало эффективность его применения для повышения урожайности мандарина карликовой формы (сорт Кавано-Васэ) (Горшков, 1976). Проводилось исследование адаптивной способности карликового мандарина под влиянием биогенных микроэлементов (Абильфазова, 2006). В последнее время появляется большое количество препаратов нового поколения, исследование влияния которых на растения находится в стадии экспериментального изучения. В ряду таких препаратов стоит обстактин (обстормон 24), являющийся водным раствором калиевой соли 2-(1-нафтил) уксусной кислоты. Данный препарат обладает антистрессовым действием, к тому же, относится к малоопасным веществам (IV класс опасности), что немаловажно в условиях рекреационной зоны.

Не меньший интерес вызывает изучение препаратов на основе метаболитов бактерии *Rhodopedomonas sp.* (Nanoelisor) и кремния (Силиплант), которые включены в наши исследования в 2019 году. Данные препараты стимулируют рост корневой системы, усиливают ее поглотительную способность, активируют устьичную работу, что усиливает процесс фотосинтеза, стимулирует индукцию цветковых почек, повышают иммунитет, и в итоге - способствует увеличению количества урожая и качества плодов.

Таким образом, к основным задачам наших исследований в данный период можно отнести изучение возможности повышения адаптивного потенциала мандарина на фоне использования биологически активных веществ нового поколения. Новизна проводимых исследований связана с тем, что в настоящее время некоторые, используемые ранее, регуляторы роста либо запрещены к применению, либо имеют ряд существенных ограничений. Характер влияния препаратов нового поколения на устойчивость к абиотическим факторам недостаточно изучен, что затрудняет их применение в практике садоводства.

Цель исследования - изучить эффективность применения регуляторов роста нового поколения на растениях мандарина для повышения продуктивности, качества продукции и устойчивости культуры к действию факторов внешней среды, с последующей разработкой обоснованных рекомендаций по эффективному их использованию. В данной статье рассмотрено влияние регулятора роста обстактин (концентрация 0,05%).

Объекты и методы исследования

Исследования проводятся с 2017 года в опытно-технологическом отделе сектора плодовых культур ФГБНУ ВНИИЦиСК на плантации карликового мандарина (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) сорта Миагава-Васэ (1986 года посадки), привитого на *Poncirus trifoliata*. В данной статье нами рассмотрено влияние одного из регуляторов роста - обстактина (концентрация 0,05%); контроль - обработка растений водопроводной водой; в качестве производственного контроля (эталона) использован гетероауксин (в концентрации 0,02%). Повторность опыта – 5-кратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка». Повторность лабораторных анализов - трехкратная.

Некорневые обработки проводили двукратно: первая в фазу «смыкание чашелистиков» (3-декада мая), вторая – за 30 дней до уборки плодов.

Лабораторные анализы выполняли в лаборатории физиологии и биохимии растений, с использованием классических методов: пигментный состав – по методу Шлыка на 96 %-м этаноле с использованием расчетных формул Смита и Бенитеза (Шлык, 1972); площадь листа – расчетным методом по линейным размерам с определением расчетного коэффициента; содержание сухих веществ в листе взвешиванием при температуре 105 °С до постоянного веса); флуоресценция хлорофилла с использованием стационарного флуориметра LPT-3CF (Будаговская, 2011; Будаговская и др., 2006); продуктивность работы листьев (Q) определяли по формуле А. А. Ничипоровича: $Q = m/S$, где m - масса сухого вещества во время учета в гр., S - площадь листьев во время учета, dm^2 (Фулга, 1961). Проводили определение водного дефицита (Ермаков и др., 1972) и содержание связанной воды (Баславская, Трубецкова, 1991).

Обработку результатов исследований проводили ANOVA анализом с использованием программ STATGRAPHICS Centurion XV и Microsoft Office.

Результаты и обсуждения

Лист является основным ассимилирующим органом большинства растений, в котором образуются необходимые для роста и развития органические вещества. Площадь отдельного листа и общая листовая поверхность растения позволяют оценить фотосинтетический потенциал и интенсивность его работы (Мокроносов, 1978; Nobel, Walker, 1985; Tutberidze, Belous, 2014). Так как листовой аппарат очень лабилен и быстро реагирует на внешние воздействия, изменяя структуру своих тканей, нами было проведено изучение влияния регуляторов роста на площадь листовой пластинки (рис. 1). Первоначально, была поставлена задача рассчитать пересчетный (поправочный) коэффициент для стандартной формулы вычисления площади листа. В основе расчета лежит соответствие между формой исследуемого листа и простейшей геометрической фигурой, описывающей лист (Фулга, 1961; Blanko, Folegatti, 2003). Определив вид фигуры, в которую вписывается лист, рассчитывается коэффициент пропорциональности между фактической площадью листа и площадью данной фигуры. Большой объем выборки позволил нам это сделать, в итоге, формула расчета площади листа карликового мандарина имеет следующий вид: $S = 1,28 (D \times Ш)$, где D -длина листа и $Ш$ его ширина.

Биометрические измерения показали, что площадь листа растений при обработках регуляторами роста существенно ($HCP (P \leq 0,05) = 2,82$) превышала контрольный вариант. Важным показателем является масса сухого вещества - функция процесса ассимиляции, определяющая продуктивность растений. Нами показано, что влияние обстактина выразилось в более активной ассимиляционной деятельности листового аппарата (рис. 1). Накопление сухого вещества в вариантах с обработками регуляторами роста несколько превышало контрольные растения.

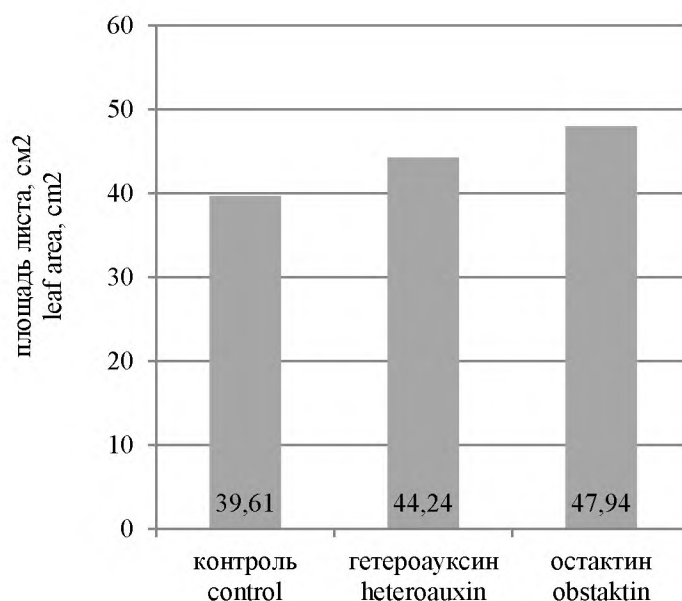


Рис. 1 Площадь листовой пластинки карликового мандарина при обработках регуляторами роста (среднее за 2017-2019 гг.)

Fig. 1. The area of the leaf blade dwarf mandarin in the treatments with growth regulators (average over 2017-2019)

Для получения хорошего и качественного урожая необходимо стремиться не только к тому, чтобы увеличивать листовую поверхность, но и добиваться того, чтобы листовая поверхность была максимально работоспособной, то есть могла осуществлять фотосинтез высокой интенсивности (Мокроносов, 1978). В этой связи нами просчитана продуктивность работы листьев карликового мандарина под влиянием регуляторов роста (табл. 1). Показано, что наиболее высокие значения отмечены на варианте с обработкой обстактином. В этой связи можно говорить о том, что активные процессы развития плодов на опытных вариантах стимулируются активным нарастанием листовых параметров (большая площадь листа) и их интенсивной продуктивностью, что вызывает больший отток ассимилятов на репродуктивные органы при обработке растений регуляторами роста.

Одним из важнейших показателей адаптивного потенциала растений в лимитирующих условиях является эффективность работы фотосинтетического аппарата, обусловленная, в том числе, и особенностями пигментного аппарата. Только изучив пигментную систему растений можно полностью выявить биологические и адаптивные возможности культуры (Гудковский, 1999; Шевелуха, 1990; Белоус, 2008; Белоус, Притула, 2009; Клемешова, Белоус, 2011; Маляровская, Белоус, 2017; Белоус, Платонова, 2019). Одним из показателей реакции растений на изменение гидротермических условий выращивания является количественное содержание хлорофилла и каротиноидов (табл. 1).

Таблица 1

Содержание пигментов и продуктивность работы листьев мандарина при обработках регуляторами роста (среднее за 2017-2019 гг.)

Table 1

Pigment content and productivity of mandarin leaves when treated with growth regulators (average for 2017-2019)

Вариант опыта Variant of experiment	Хлорофилл, мг/г сырого веса Chlorophyll, mg/g fresh weight			Каротиноиды, мг/г сырого веса Carotenoids, mg/g fresh weight	Продуктивность работы листьев, г/дм ² Leaf productivity, g/dm ²
	a	b	a+b		
Контроль Control	1,62±0,08	0,39±0,04	2,01±0,02	0,33±0,05	8,62±1,05
Гетероауксин Heteroauxin	1,21±0,07	0,52±0,03	1,73±0,02	0,38±0,06	9,04±0,98
Обстактин Obstaktin	1,72±0,06	0,57±0,08	2,29±0,04	0,44±0,04	10,12±1,43
HCP (P≤0,05)	0,14	0,02	0,09	0,08	1,01

Анализ экспериментальных данных по содержанию пигментов в листьях мандарина (табл. 1), показывает, что обработка растений обстактином способствует существенному увеличению количества зеленых фотосинтетических пигментов. Участие пигментного аппарата в адаптации растений напрямую связано с защитным действием каротиноидов, например, гашение избыточной энергии триплетных состояний хлорофилла и синглетного кислорода. Наши анализы показали, что при обработке растений обстактином существенно усиливается синтез каротиноидов, следовательно, можно говорить об активации защитных механизмов под действием данного регулятора роста.

Изучение водного статуса растений показало, что в летний период во всех вариантах опыта величина водного дефицита колеблется в пределах 16,0 – 19,0%, причем, наибольший дефицит отмечен на контрольном варианте. Обработки растений обстактином, способствовали улучшению функционального состояния растений, что выражается в существенно более низком значении водного дефицита. Внесение гетероауксина, как препарата, обладающего высокой физиологической активностью, привело не только к усилению водного стресса, но и к снижению содержания связанной воды и увеличению осмотического потенциала клетки. Обработка растений фиторегуляторами, улучшая водный статус деревьев, обеспечивает более низкие значения осмотического потенциала в клетках листа. Достижение более благоприятного функционального состояния растений при обработке обстактином обеспечивается, в том числе, и увеличением в клетках содержания связанной воды (рис. 2).

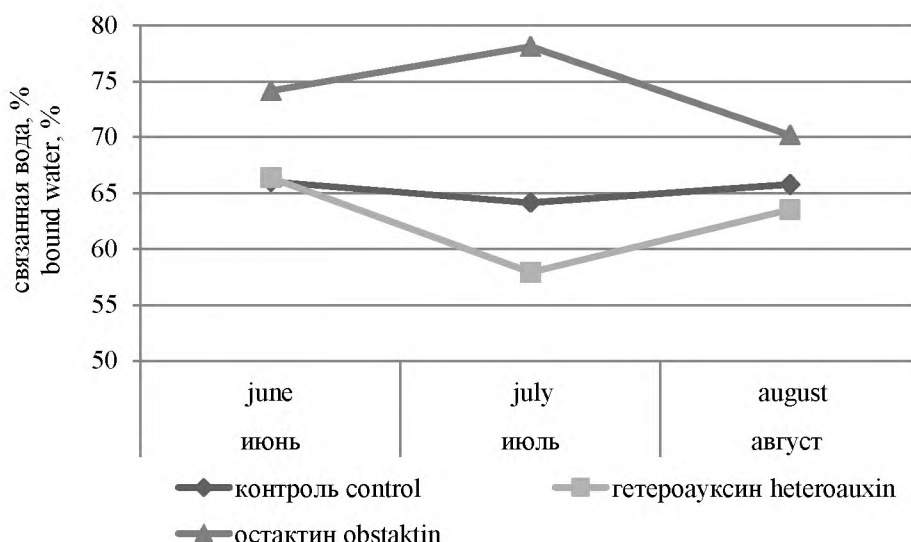


Рис. 2 Динамика содержания связанной воды в листьях растений (среднее за 2017-2019 гг.)
Fig. 2 Dynamic of bound water content in plant leaves (average for 2017-2019)

Применение гетероауксина привело к некоторому ослаблению растений, что выразилось не только в большом водном дефиците, о чем упоминалось ранее, но и в уменьшении содержания связанной воды в листьях. Использование фиторегуляторов способствовало сохранению более высокого содержания связанной фракции.

Для оценки корректности наших выводов была сделана статистическая обработка результатов с построением корреляционной матрицы (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты парной корреляции между водным статусом растений мандарина и гидротермическими стрессорами

Table 2

The coefficients of pair correlation between the water status of plants of mandarin and hydrothermal stressors

Параметры Parameters	Температура воздуха, °C Air temperature, °C	Количество осадков, мм Precipitation, mm	Водный дефицит, % Water deficit, %	Осмотический потенциал, атм. Osmotic potential, atm	Связанная вода, % Bound water, %
Температура воздуха, °C Air temperature, °C	1				
Количество осадков, мм Precipitation, mm	-	1			
Водный дефицит, % Water deficit, %	0,564	-0,989	1		
Осмотический потенциал, атм. Osmotic potential, atm	0,974	-0,602	-0,492	1	
Связанная вода, % Bound water, %	0,845	-0,988	0,999	-0,497	1

Существует тесная корреляция между исследуемыми показателями и гидротермическими факторами, причем увеличение температуры воздуха значительно влияет на изменение осмотического потенциала и количество связанной воды, но не оказывает существенного воздействия на водный дефицит. В то время как количество осадков коррелирует с содержанием связанной воды и водным дефицитом, не влияя на величину осмотического потенциала.

Так как регуляторы роста влияют на адаптивные процессы (Гудковкий, 1999; Ненько и др., 2008; Дорошенко и др., 2014; Рындин и др., 2017; 2019), нами с использованием метода хлорофилл-флуоресценции проведена оценка жизнеспособности растений при внесении препаратов. Было показано, что индекс жизнеспособности растений при использовании гетероауксина находился практически на уровне контроля, что объясняет более ослабленное состояние растений вследствие активных ростовых процессов, что также отмечалось нами в исследованиях (рис. 3).

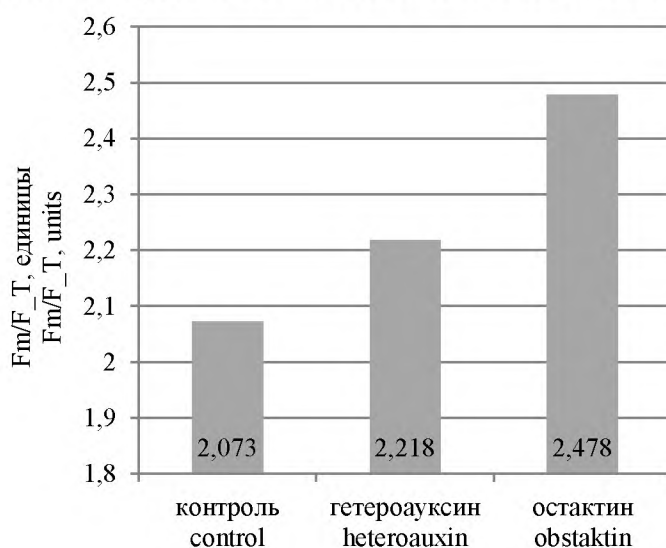


Рис. 3 Жизнеспособность растений мандарина при обработках регуляторами роста (среднее за 2017-2019 гг.)

Fig. 3 The viability of the plants of mandarin in the treatments with growth regulators (average for 2017-2019)

Обработка обстактином, улучшая функциональное состояние мандарина путем включения механизмов защиты, незначительно, но усиливала жизнеспособность растений, что и объясняет активные ассимиляционные процессы на этом варианте.

Заключение

Таким образом, можно говорить о положительном влиянии регуляторов роста на физиологическое состояние растений карликового мандарина. Обработки препаратами, в частности, обстактином, стимулировали существенное нарастание площади листа. Отмечается интенсивная продуктивность работы листьев. Регуляторы роста способствует существенному увеличению количества всех групп фотосинтетических пигментов. Это способствовало активной ассимиляционной деятельности, что выражается в большем накоплении сухого вещества. В то же время, при наступлении стрессовых гидротермических условий усиливается жизнеспособность растений. Дальнейшие исследования показали, что обработка растений мандарина регуляторами роста способствовала достоверному увеличению количества сохранившихся на дереве завязей, а, следовательно, увеличению урожайности культур и оказало влияние на качество плодов (Дорошенко и др., 2017; Рындин и др., 2019; Belous, 2019).

Исследования проведены в рамках Госзадания № 0683-2014-0009-03

Литература / References

Абильфазова Ю.С. Влияние микроэлементов на физиолого-биохимические процессы растений мандарина (*Citrus unshiu* Marc.): диссер....к.б.н. Краснодар: КубГАУ, 2006. 148 с.

[*Abilfazova Yu.S.* Effect of trace elements on physiological and biochemical processes of plants of Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.): thesis. Krasnodar: Kubgau, 2006. 148 p.]

Баславская С.С., Трубецкова О.М. Практикум по физиологии растений. М.: МГУ. 1991. 152 с.

[*Baslawskaja S.S., Trubetskova O.M.* Workshop on physiology of plants. M.: Moscow state University. 1991. 152 p.]

Белоус О.Г. Устойчивость пигментов листьев чая к дефициту влаги и повышенным температурам // Вестник РАСХН. 2008. №5. С. 44 – 45

[*Belous O.G.* Resistance of tea leaves to water deficit and elevated temperatures // Bulletin of the RAAS. 2008. 5:44-45]

Белоус О.Г., Платонова Н.Б. Фотосинтетический аппарат карликового мандарина сорта 'Миагава-Васе' при обработках регуляторами роста // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. Вып. 68. С. 157-164. DOI:10.31360/2225-3068-2019-68-157-164

[*Belous O.G., Platonova N.B.* The photosynthetic apparatus of the dwarf mandarin varieties 'Miyagawa-Vase' in the treatments with growth regulators // Subtropical and ornamental horticulture. 2019. 68:157-164. DOI:10.31360/2225-3068-2019-68-157-164]

Белоус О.Г., Пritула З.В. Характеристика пигментного аппарата растений чая в условиях влажных субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. Вып. 42. Т.2. 2009. С. 103 – 111.

[*Belous O.G., Pritula Z.V.* Characteristics of the pigment apparatus of tea plants in humid subtropics of Russia. // Subtropical and ornamental horticulture. 2009. 42:103 – 111]

Будаговская О.Н. Новые оптические методы и приборы количественной оценки адаптивного потенциала садовых растений // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Том 28 (1). С. 74-79.

[*Budagovskaya O.N.* New optical methods and devices for quantitative assessment of the adaptive potential of garden plants // Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2011. 28 (1):74-79.]

Будаговская О.Н., Будаговский А.В., Будаговский И.А., Гончаров С.А. Комплексная диагностика функционального состояния растений // Научные основы эффективного садоводства: Труды ВНИИС им. И.В. Мичурина. Воронеж: Кварта, 2006. С.101-110.

[*Budagovskaya O.N., Budagovsky A.V., Budagovsky I.A., Goncharov S.A.* Complex diagnostics of functional state of plants // Scientific bases of effective gardening: Proceedings of VNIIS. I.V. Michurin. Voronezh: Kvarta, 2006. 101-110.]

Горшков В.М. Рост и плодоношение растений мандарина при применении препарата тур в субтропиках Краснодарского края: дисс...к.с.-х.н. Москва: ТСХА. 1976. 26 с.

[*Gorshkov V.M.* Growth and fruiting of Mandarin plants in the application of the drug tour in the subtropics of Krasnodar region: thesis. Moscow: TSHA. 1976. 26 p.]

Гудковский В.А. Научные основы устойчивого садоводства России // Слаборослое садоводство: материалы междунар. науч.-практич. конф. Мичуринск. 1999. С.12-15.

[Gudkovsky V.A. Scientific foundations of sustainable horticulture in Russia. Slaborosloye horticulture: proceedings of the international conference. Michurinsk. 1999. P. 12-15.]

Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г., Аль-Хуссейни Акил Моххамед Абдула-Мир, Максимцов Д.В., Ненько Н.И., Белоус О.Г. Перспективы использования физиологически активных веществ для формирования урожая плодов цитрусовых культур // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №1(64). С. 71 – 77. DOI:10.21515/1999-1703-64-71-76

[Doroshenko T.N., Ryazanova L.G., Al-Husseini Akil Mohamed Abdula-Mir, Maksimtsov D.V., Nenko N.I., Belous O.G. Prospects for the use of physiologically active substances for the formation of citrus fruit yield // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2017. 1(64): 71 – 77. DOI:10.21515/1999-1703-64-71-76]

Дорошенко Т.Н., Чумаков С.С., Маджар Д.А., Чукуриди С.С., Омаров М.Д., Копнина Т.А. Перспективы использования физиологически активных веществ для оптимизации генеративной деятельности плодовых растений в начале вегетации//Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. №1 (46).С. 56-61.

[Doroshenko T.N., Chumakov S.S., Madzhar D.A., Chukuridi S.S., Omarov M.D., Kopnina T.A. Prospects of use of physiologically active substances for optimization of generative activity of fruit plants at the beginning of vegetation//Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2014. 1(46):56-61]

Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Ярош Н.П., Луковникова Г.А. Методы биохимических исследований растений. Л.: Колос. 1972. 456 с.

[Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Smirnova-Ikonnikova M.I., Yarosh N.P., Lukovnikova G.A. Methods of biochemical research of plants. L.: Kolos. 1972. 456 p.]

Клемешова К.В., Белоус О.Г. Пигментный аппарат растений актинидии сладкой в условиях субтропиков России //матер. IX междуна. симпоз. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». Пушино. 2011. С. 71 – 73.

[Klemeshova K.V., Belous O.G. Pigment apparatus of sweet Actinidia plants in subtropical Russia // mater. IX Intern. Symposium "New and unconventional plants and prospects for their use". Puschino. 2011. p. 71-73]

Малыаровская В.И., Белоус О.Г. Фотосинтетическая активность листьев Hydrangea macrophylla Ser. в условиях влажных субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2017. Вып. 61. С. 167 – 174.

[Malyarovskaya V.I., Belous O.G. Photosynthetic activity of the leaves of Hydrangea macrophylla Ser. in the conditions of humid subtropics of Russia// Subtropical and ornamental horticulture. 2017. 61:167-174.]

Мокронос А.Т. Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. Свердловск: Уральск. ун-т. 1978. 30 с.

[Mokronosov A.T. Mesostructure and functional activity of photosynthetic apparatus. Sverdlovsk: Uralsk. University. 1978. 30 p.]

Ненько Н.И., Макарова Э.В., Кузнецова А.Н., Драбудько Н.Н. Особенности воздействия препарата фуrolан на вегетативные и генеративные процессы у косточковых и семечковых культур // Садоводство и виноградарство. 2008. № 5. С 17-19.

[Nenko N.I., Makarova E.V., Kuznetsova A.N., Drabudko N.N. Features of the effect of furoalan on vegetative and generative processes in stone and seed crops // Horticulture and viticulture. 2008. 5:17-19.]

Рындин А.В., Белоус О. Г., Омаров М. Д., Абиляфазова Ю. С. Оценка эффективности применения новых регуляторов роста в субтропическом садоводстве//Проблемы экологии и агрохимии. 2019. №3. С. 34 -38. DOI:10.26178/AE.2019.70.59.007

[*Ryndin A.V., Belous O.G., Omarov M.D., Abilfazova Yu.S.* Assessment of the effectiveness of new growth regulators in subtropical horticulture // Problems of ecology and agrochemistry. 2019. 3:34 -38. DOI: 10.26178/AE.2019.70.59.007]

Рындин А.В., Белоус О.Г., Горшков В.М., Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г., Аль-Хуссейни Акил Моххамед Абдула-Мир. Влияние регуляторов роста на физиологические показатели растений мандарина (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) в условиях влажных субтропиков России // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 51. С. 92 – 99.

[*Ryndin A.V., Belous O.G., Gorshkov V.M., Doroshenko T.N., Ryazanova L.G., Al-Husseini Akil Mohamed Abdul-Mir.* Influence of growth regulators on physiological parameters of Mandarin plants (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) in the conditions of humid subtropics of Russia // Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2017. 51:92 – 99.]

Фулга И.Г. Изучение фотосинтетической поверхности растений. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1961. 179 с.

[*Fulga I.G.* Study of photosynthetic surface of plants. Kishinev: Kartya Moldovenyaske, 1961. 179 p.]

Чайлахян М.Х. Регуляторы роста в жизни растений и в практике сельского хозяйства // Вестник АН СССР. 1982. №1. С.11-26.

[*Chaylakhyan M.H.* Growth regulators in plant life and in the practice of agriculture // Vestnik RA USSA. 1982. 1:11-26.]

Чумаков С.С. Продукционный процесс плодовых растений и пути его регуляции в условиях Западного Предкавказья: автореф. дис. докт. с.-х. наук. Краснодар: КубГАУ. 2013. 41 с.

[*Chumakov S.S.* Productive process of fruit plants and ways of its regulation in the conditions of the Western Caucasus: abstract. dis. doctor. of agricultural Sciences. Krasnodar: Kubgau. 2013. 41 p.]

Шевелуха В.С., Блиновский И.К. Состояние и перспективы исследований и применения фиторегуляторов в растениеводстве // Регуляторы роста. М. 1990. С. 6-35.

[*Shevelukha V.S., Blinovskiy I.K.* Status and prospects of research and application of regulators in crop production // Growth regulators. M. 1990. 6-35.]

Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев/ Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука. 1971. С. 154 – 170.

[*Shlyk A.A.* Determination of chlorophyll and carotenoids in green leaf extracts/Biochemical methods in plant physiology. Moscow: Nauka. 1971. P. 154 – 170.]

Belous O., Abilphasova Ju. Effect of growth regulators on biochemical compounds of tangerine (*Citrus unshiu* Marc.) // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019. 13 (1):443-448. DOI:10.5219/1126

Blanco F., Folegatti M. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants//Horticulture Bras. 2003. 21 (4):666 – 669. DOI:10.1590/S0102-05362003000400019.

Nobel P.S., Walker D.B. Structure of photosynthetic leaf tissue/Photosynthetic mechanisms and the environment. Amsterdam. 1985. P. 501–536.

Tacken E. Ethylene regulates apple (*Malus x domestica*) fruit softening through a dose x time-dependent mechanism and through differential sensitivities and dependencies of cell wall-modifying genes // Plant Cell Physiology. 2014. 55(5):1005–1016. DOI:10.1093/pcp/pcu034

Tutberidze T.S.V., Belous O.G. Structural-functional organization of a leaf of kinds of kiwi in the conditions of humid subtropics of Russia//European Journal of Natural History. 2014. 1:17-20.

Статья поступила в редакцию 23.11.2019 г.

Belous O.G., Ryndin A.V., Platonova N.B. Physiological state of mandarin plants under the influence of exogenous plant growth regulators // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2019. № 4(153). P. 110-120.

The purpose of the study is to study the effectiveness of the use of new generation growth regulators on mandarin plants to improve productivity, product quality and crop resistance to environmental factors, followed by the development of sound recommendations for their effective use. The task of a particular stage is connected with the study of the possibility of increasing the adaptive potential of the dwarf mandarin against the background of the use of biologically active substances of a new generation. In this paper show that the influence of growth regulators obstaktin (concentration of 0.05%). Field research has been conducted since 2017 in the experimental and technological Department of the fruit crops sector of the all-Russian Institute of floriculture and subtropical crops (Sochi, Russia) on the plantation of dwarf mandarin (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) cultivars of Miyagawa-Vase, laboratory tests performed in the laboratory of physiology and biochemistry of plants. Studies have shown that the leaf area of mandarin plants during treatment with obstaktin significantly exceeded the control variant (LSD ($P \leq 0.05$) = 2.82). The effect of obstaktin was expressed in a more active assimilation activity of the leaf apparatus, which contributed to a greater accumulation of dry matter. The productivity of the leaves of dwarf mandarin was calculated and it was revealed that the highest values were noted on the variant with obstaktin treatment (10.12 g / dm² at 8.62 g/dm² on the control). Obstaktin contributes to a significant increase in the number of green photosynthetic pigments (up to 2.29 mg / g raw weight) and a significant increase in the synthesis of carotenoids (0.44 mg / g raw weight), which activates the protective mechanisms of plants (LSD ($P \leq 0.05$) = 0.08). At the same time, their viability increases ($F_m/F_{_T}$ = 2,478 units), which explains the active assimilation processes. Thus, it is possible to speak about positive influence of growth regulators on a physiological condition of plants of a dwarf mandarin, both in the optimum period, and at approach of stressful hydrothermal conditions.

Keywords: dwarf mandarin; growth regulators; obstaktin; pigments; area of the leaf; bound water; correlation; efficiency of work of the leaves