

ИЗМЕНЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КАРЛИКОВОГО МАНДАРИНА ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Кунина В.А., Белоус О.Г.

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

В статье приводится анализ работы ассимиляционного аппарата карликового мандарина при обработках растений агрохимикатами ростостимулирующего и иммуностимулирующего действия. Исследования ведутся на базе ФИЦ СНЦ РАН с 2019 г. и направлены на разработку приёмов стабилизации продукционного процесса и адаптивности культуры к стрессорам влажных субтропиков России. Установлено, что максимальной площадью характеризуются листья на варианте с обработками зеребра агро – 42,17 см², наименьшая площадь листовой поверхности – у варианта с опрыскиванием обстакином (до 29,81 см²). Наименьшая величина УППЛ отмечена при обработках силиплантом (15,76 г/дм²), на варианте с опрыскиванием зеребра агро не только большая площадь листа, но и большая УППЛ (19,44 г/дм² при 20,62 г/дм² на контроле), что предполагает хорошую активацию синтетических процессов. Наименьший водный дефицит (11,60 % при 15,00 % на контроле) отмечен при обработке растений силиплантом; на вариантах с обстакином и зеребра агро водный дефицит выше (13,78–14,37 %), однако не превышает контроль. Наибольшей ЧПФ отличаются листья на варианте с обработкой силиплантом (16,21 г/см²/сут.), у которых большая площадь листа (36,83 см²). Установлена корреляция от средней до высоких таких показателей ассимиляционного аппарата друг с другом, как площадь листа – сухая масса ($r = -0,62$); УППЛ, величина водного дефицита, ЧПФ и сухая масса. Однако направленность корреляции различна. Полученные данные будут использованы для анализа возможности применения агрохимикатов ростостимулирующего и иммуностимулирующего действия при выращивании карликового мандарина в зоне влажных субтропиков России.

Ключевые слова: мандарины, регуляторы роста, листовой аппарат, чистая продуктивность фотосинтеза, удельная поверхностная плотность листа, функциональное состояние.

Введение. Регулирование продукционного процесса и адаптивности сельскохозяйственных культур к стрессорам различной природы является центральной задачей отечественного агропромышленного комплекса. В данном вопросе значимым вопросом может быть применение агрохимикатов и регуляторов роста. Оценить их влияние на

ростовые характеристики растений, лежащие в основе формирования продуктивности и качества сырья, возможно изучением изменения параметров ассимиляционного аппарата. Наиболее информативными являются такие характеристики фотосинтетического аппарата растений, как площадь, толщина и масса листа, удельная поверхностная плотность листовой поверхности и накопление сухой массы, обусловленное активностью синтетических процессов [19, 23].

Целью исследования, лежащего в основе данной статьи, была оценка действия регуляторов роста на характеристики ассимиляционного аппарата листьев мандарина.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись растения мандарина карликового сорта 'Миагава-Васе', привитого на *Poncirus trifoliata*. Исследования с данными регуляторами ведутся с 2020 г. по настоящее время.

Отбор материала для исследований проводили в период активной вегетации с мая по октябрь. Средняя проба растительного материала отбиралась согласно методике полевого опыта [9]. Полевые наблюдения проводили на базе плантации мандарина в опытно-технологическом отделе сектора плодовых культур ФИЦ СНЦ РАН. В качестве регуляторов роста использованы следующие препараты: обстактин – эталон (5 мл/1 л воды); силиплант (5 мл/1 л воды) и зеребра агро (5 мл/1 л воды).

Обоснование выбора препаратов для исследований основаны на следующих их характеристиках. Обстактин (ООО «Агросинтез», Россия) представляет собой водный раствор калиевой соли 2-(1-нафтил)уксусной кислоты и предназначен для предотвращения преждевременного опадания плодов, улучшения окраски плодов перед уборкой [6]. Обладает антистрессовым действием, что подтверждено более ранними исследованиями, проведенными в ФИЦ СНЦ РАН в период 2017–2019 гг. [17]. Силиплант (АНО НЭСТ М, Россия) – характеризуется высоким содержанием кремния и микроэлементов (Cu, Mn, Zn, B) в доступной хелатной форме. Предназначен для повышения урожайности растений и их сопротивляемости к неблагоприятным условиям, что подтверждается исследованиями на других плодовых культурах [7]. Зеребра агро (совместная разработка «АгроХимПром» и сотрудников химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова) – стимулятор роста на основе серебра (500 мг/л коллоидного серебра и 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида). Используется для повышения иммунитета к болезням и неблагоприятным факторам среды, повышения урожайности и улучшения качества продукции [2, 14]. Включён в эксперимент в связи с его фунгицидным, бактерицидным и элиситорным действием.

Норма расхода – 0,4 л/га; расход рабочего раствора – 1 000 л/га. Контроль – обработка растений водой. Некорневые обработки мандарина проводятся двукратно – первая в фазу «смыкание чашелистиков» (конец мая – начало июня), вторая – за 30 дней до уборки плодов.

Одновременно осуществлялся анализ метеоусловий вегетационного периода и периода исследований. Повторность опыта – 3-кратная, расположение вариантов рендомизированное. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

Лабораторные исследования проводили в лаборатории физиологии и биохимии растений ФИЦ СНЦ РАН. Для характеристики функционального состояния растений использовали следующие показатели: площадь листа, сухая масса листа, водный дефицит по методике Гунара [4], удельная поверхностная плотность листа (УППЛ), которая вычислялась по методике Мокроносова [10], чистая продуктивность фотосинтеза по методике Ничипоровича [12]. Повторность лабораторных анализов – двукратная.

Для оценки статистических величин проведён анализ 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. Анализ метеоусловий периода исследований показал, что температурные показатели мало отличались от многолетней нормы, в то время как по количеству осадков наблюдались существенные отличия (рис. 1, 2). Как видно из рисунка 1, температура в годы исследований несколько отличалась от многолетних показателей. Май (начало активной вегетации растений мандарина) во все годы на 3–5 °С был теплее многолетних, в то время как в сентябре (начало созревания плодов) температура держалась несколько более прохладной, за исключением 2020 г., когда её значения на 3–4 °С выше многолетних и на 2–5 °С превышают температуру 2019 и 2021 годов.

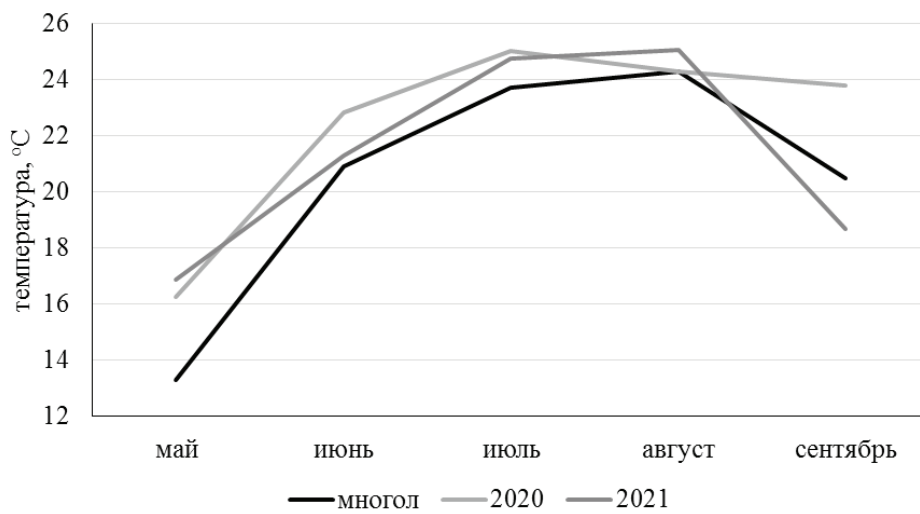


Рис. 1. Значения температуры воздуха в годы проведения исследований

С июня по август происходит рост температуры воздуха при высокой относительной влажности (от 78 до 82 %), что негативно сказывается на функциональном состоянии растений. И как видно из рисунка 1, в период исследований температура этих месяцев превышала многолетние показатели.

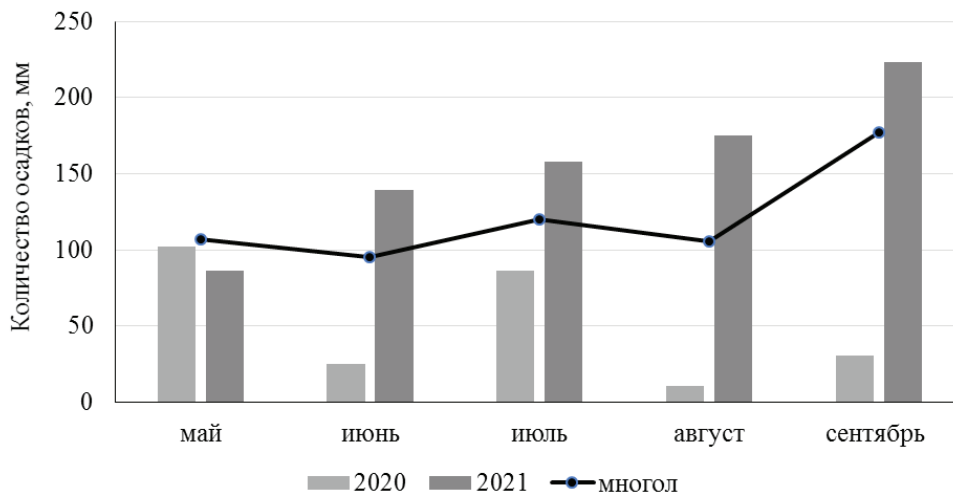


Рис. 2. Динамика количества осадков в годы проведения исследований

В отличие от температурных условий, по количеству осадков годы исследований отличались от многолетних показателей (рис. 2). Так, если 2019 и 2020 гг. были крайне засушливыми (в период активной вегетации наблюдался дефицит осадков), то в 2021 г. с июня по сентябрь выпало от 146 до 160 % многолетней нормы.

Исследования параметров фотосинтетического аппарата показали, что максимальную площадь имели листья на варианте с обработками зеребра агро – 42,17 см² (рис. 3), наименьшая площадь листовой поверхности – у варианта с опрыскиванием обстактином (до 29,81 см²).

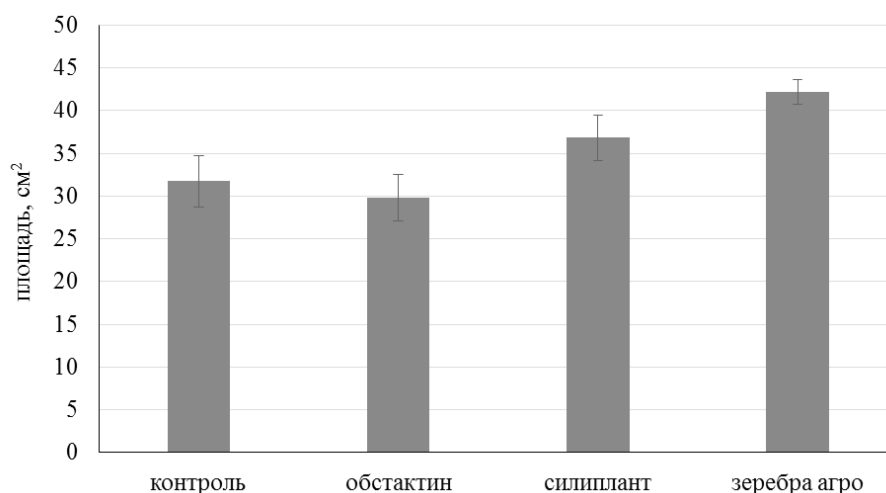


Рис. 3. Площадь листовой поверхности карликового мандарина при обработках регуляторами роста ($НСР_{05} = 3,12$), 2021–2022

Однако для оценки ассимиляционных процессов наиболее интересным и ценным с научной точки зрения является не площадь листа, а удельная поверхностная плотность листовой поверхности (УППЛ, мг/дм²). Данный показатель характеризует отношение сухой массы листа к его площади и косвенно характеризует толщину листа [8, 9, 13].

К тому же известно, что и эффективность работы листового аппарата оценивается по удельной поверхностной плотности листьев (УППЛ) [5, 11]. Как известно, чем больше величина УППЛ, тем эффективнее фотосинтез, так как синтезируется большая биомасса в расчёте на единицу поверхности листа [15, 21].

Нами показано, что наименьшая величина УППЛ (рис. 4) отмечена при обработках силиплантом (15,76 г/дм²), в то время как листья на варианте с опрыскиванием зеребра агро отличаются не только большой площадью листа, но и большой УППЛ (19,44 г/дм² при 20,62 г/дм² на контроле), что предполагает хорошую активацию синтетических процессов.

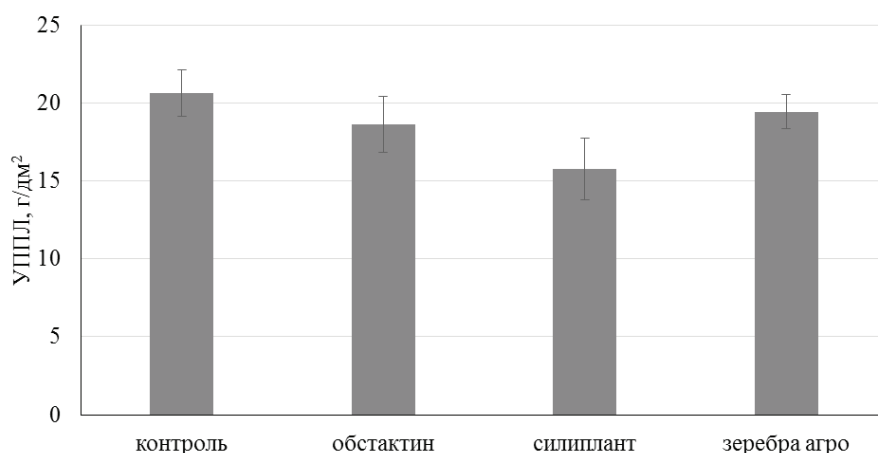


Рис. 4. Удельная поверхностная плотность листьев мандарина при обработках регуляторами роста ($НСР_{05} = 2,34$), 2021–2022

В то же время, как отмечено рядом исследований, УППЛ зависит от условий произрастания растений [1, 3, 16, 22], в первую очередь от количества осадков.

Так, низкие значения УППЛ на фоне высокой оводнённости могут служить характеристикой меньшего расхода органического вещества на построение единицы площади листа. И, как следствие, такие листья отличаются высокой интенсивностью фотосинтеза [18, 20, 24].

Нами показано, что наименьший водный дефицит (а следовательно, высокая оводнённость тканей) отмечен при обработке растений силиплантом (рис. 5), в данном случае более оводнённый лист при невысоких значениях УППЛ (рис. 2) – это показатель интенсивных процессов фотосинтеза, что подтверждается данными по чистой продуктивности фотосинтеза и количеству синтезируемого сухого вещества (табл. 1). В то время как на вариантах с обстактином и зеребра агро водный дефицит выше, однако не превышает высоких значений данного показателя у контрольных растений (15,0 %).

Известно, что около 95 % сухой биомассы растительного организма приходится на долю органических веществ, образованных в процессе фотосинтеза. Поэтому накопление сухой массы листьев растений объективно отражает ассимиляционную активность растений [1, 5].

Нами установлено, что при наименьшей УППЛ растения на варианте, обработанном силиплантом, характеризуются наибольшей сухой массой (35,92 г), что предполагает активные синтетические процессы у этих опытных растений (рис. 2). В то время, как вариант с наибольшей

УППЛ (контроль) по показателю «сухая масса листьев», уступает вариантам с обработкой регуляторами роста.

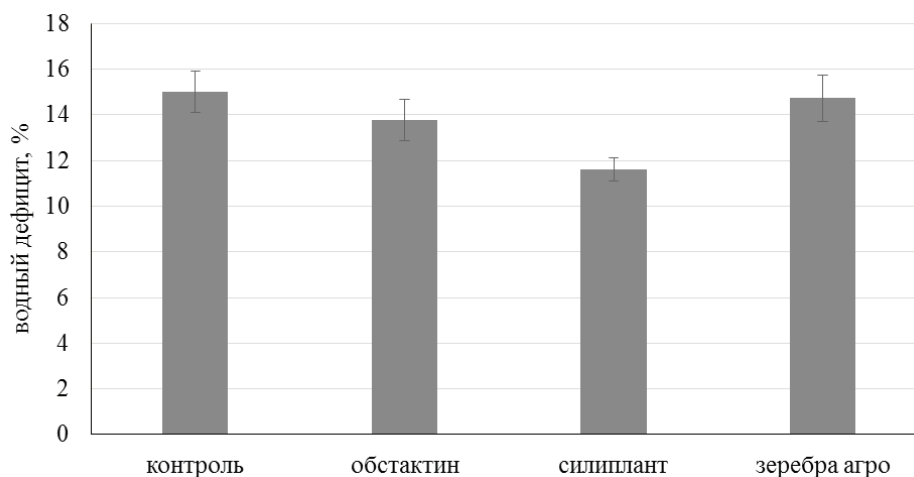


Рис. 5. Водный дефицит листьев мандарина при обработках регуляторами роста ($HCp_{05} = 1,09$), 2021–2022

Если анализировать показатели «площадь листа», УППЛ и «сухая масса листа», то выявляется объяснимая связь только между УППЛ и синтетическими процессами, выражаемыми сухой массой, в то время как площадь листа и ассимиляционная активность связаны мало, что можно объяснить влиянием фактора оводнённости (табл. 2). У растений на варианте с обработкой зеребра агро – при большой площади листа ($42,17 \text{ см}^2$) более высокий водный дефицит, чем на варианте с обстактином (рис. 5), но отмечена хорошая ассимиляционная активность, вследствие чего показатели накопления сухой массы незначительно уступают варианту с обстактином. Вклад в этот процесс полностью связан с УППЛ, показатели которой на этих вариантах близки ($18,61$ у обстактина и $19,44 \text{ г/дм}^2$ у зеребра агро, соответственно). На варианте с обработкой силиплантом при достаточно большой площади листа ($36,83 \text{ см}^2$) отмечена наименьшая УППЛ ($15,73 \text{ г/дм}^2$), в тоже время – низкий водный дефицит и наибольшая ассимиляционная активность – $35,92 \text{ г}$ сухой массы. Это можно объяснить разным действием агрохимикатов – в то время как обстактин обладает ауксиновым ростостимулирующим действием, силиплант в первую очередь – иммуностимулятор, функционально активирующий защитные силы организма.

Ещё один показатель, который тесно связан с величиной площади листьев и определяется продолжительностью её работы – это чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). В данном случае, в расчёт ЧПФ вводится только показатель площади листа, но в анализе необходимо учитывать и структуру листа, и условия выращивания. Нами установлено, что наибольшей ЧПФ отличаются листья на варианте с обработкой силиплантом (табл. 1), у которых площадь листа большая, но УППЛ самая маленькая при хорошей оводнённости тканей, что и стимулирует ассимиляционные процессы листьев данного варианта.

Таблица 1

**Характеристика ассимиляционной активности
листового аппарата мандарина при обработках
регуляторами роста, 2021–2022**

Вариант	Сухая масса, г	ЧПФ, г/м ² /сут.
Контроль	34,74 ±0,24	12,11 ±0,15
Обстактин	35,60 ±0,32	14,41 ±0,68
Силиплант	35,92 ±0,32	16,21 ±0,90
Зеребра агро	34,85 ±0,28	13,97 ±1,02

Накопленные данные позволили провести корреляционный анализ, проследив зависимость рассматриваемых параметров (табл. 2). Как видно из таблицы 2, существуют достаточно тесная корреляция показателей ассимиляционного аппарата друг с другом, при этом направленность связи различна. Влияние оказывают как условия вегетации, так и применяемые агрохимикаты и их состав.

Таблица 2

**Корреляционная матрица параметров
ассимиляционного аппарата мандарина при обработках
регуляторами роста, 2021–2022**

	Площадь листа, см ²	УППЛ, г/дм ²	Водный дефицит, %	ЧПФ, г/см ² /сут.	Сухая масса, г
Площадь листа, см ²	1,00				
УППЛ, г/дм ²	0,14	1,00			
Водный дефицит, %	0,22	1,00	1,00		
ЧПФ, г/см ² /сут.	-0,11	-1,00	-0,99	1,00	
Сухая масса, г	-0,62	-0,86	-0,90	0,85	1,00

Выводы. Таким образом, исследована работа ассимиляционного аппарата мандарина при обработках различными агрохимикатами. Установлено, что максимальной площадью характеризуются листья на варианте с обработками зеребра агро – 42,17 см², наименьшая площадь листовой поверхности – у варианта с опрыскиванием обстакином (до 29,81 см²). Наименьшая величина УППЛ отмечена при обработках силиплантом (15,76 г/дм²), на варианте с опрыскиванием зеребра агро не только большая площадь листа, но и большая УППЛ (19,44 г/дм² при 20,62 г/дм² на контроле), что предполагает хорошую активацию синтетических процессов. Наименьший водный дефицит (11,60 % при 15,00 % на контроле) отмечен при обработке растений силиплантом; на вариантах с обстакином и зеребра агро водный дефицит выше (13,78–14,37 %), однако не превышает контроль. Наибольшей ЧПФ отличаются листья на варианте с обработкой силиплантом (16,21 г/см²/сут.), у которых большая площадь листа (36,83 см²). Установлена корреляция от средней до высоких таких показателей ассимиляционного аппарата друг с другом, как площадь листа – сухая масса ($r = -0,62$); УППЛ, величина водного дефицита, ЧПФ и сухая масса. Однако направленность корреляции различна. Полученные данные будут использованы для анализа возможности применения агрохимикатов ростостимулирующего и иммуностимулирующего действия при выращивании карликового мандарина в зоне влажных субтропиков России.

*Исследование проведено в рамках
ГЗ ФИЦ СЦ РАН FGRW-2022-0012*

Список литературы

1. Абдуллаев Х.А., Каримов Х.Х. Индексы фотосинтеза в селекции хлопчатника. Душанбе: Таджикский аграрный университет, 2001, 156 с.
2. Акимова О.И., Акимов И.В., Тартачаков П.С. Влияние «Зеребра агро» на продуктивность кормовой свёклы, Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. 2019; 28 : 31-34.
3. Бобоев И.А. Шарипов З., Абдуллаев А., Фардеева М.Б. Удельная поверхностная плотность листа *Punica granatum* L. и *Diospyros lotus* L. в разных условиях Таджикистана, Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле. 2015; 25(3) : 141-143.
4. Гунар И. И. Практикум по физиологии растений. М.: Колос, 1976, 310 с.
5. Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А. Закономерности изменения удельной плотности листьев у растений Евразии вдоль градиента аридности, Доклады академии наук. 2009; 428(1) : 135-138.
6. Кузин Е.Н., Трунов Ю.В., Соловьев А.В. Влияние различных способов применения удобрений на развитие отдельных компонентов продуктивности яблони, Вестник МичГАУ. 2015; 26-35.
7. Леонтьев П.И. Применение силипланта в растениеводстве, Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012; 10 : 66-68.

8. Мигалина С.В. Изменение размеров и удельной поверхностной плотности листьев у деревьев вдоль зонально-климатической трансекты Урала, Ботанический журнал. 2012; 97(10) : 1293-1300.
9. Миракилов Х.М., Гиясидинов Б.Б., Абдуллаев Х.А., Каримов Х.Х., Солиева Б.А., Эргашева Э.А., Каспарова И.С. Удельная поверхностная плотность листа стародавних и современных сортов тонковолокнистого хлопчатника, Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2013; 56(3) : 250-255.
10. Мокроносков А.Т. Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. Свердловск: УрГУ, 1978, 147 с.
11. Удалова О.Р., Панова Г.Г., Аникина Л.М. влияние состава торфобрикетов на формирование рассады огурца в интенсивной светокультуре, Овощи России. 2018; (4) : 98-103. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-4-98-103.
12. Физиология растений: метод. рекомендации, сост. Ю. П. Федулов [и др.]. КубГАУ: Краснодар, 2017, 49 с.
13. Чукина Н.В., Лукина Н.В., Глазырина М.А. Влияние субстрата на анатомо-морфологические показатели *Pimpinella saxifraga* L. в условиях золоотвала, Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020; 19(1) : 245-249. DOI: 10.14258/pbssm.2020048.
14. Шаповал О.А., Можарова И.П., Крутяков А. «Зеребра агро» – регулятор роста нового поколения, Защита и карантин растений. 2017; 6 : 35-38.
15. Alonso V., Boso S., Santiago J.L., Gago P., Rodriguez M.I., Martinez M.C. Leaf thickness and structure of *Vitis vinifera* L. cv *Albarino* clones and its possible relation with susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*) infection, J. Int. Sci. Vigne Vin. 2011; 45 : 161-169.
16. Alvarez-Arenas T.E.G., Sancho-Knapik D., Peguero-Pina J.J., Gil-Pelegrín E. Surface density of the spongy and palisade parenchyma layers of leaves extracted from wideband ultrasonic resonance spectra, Front. Plant Sci. 2020; 11 : 695. DOI: 10.3389/fpls.2020.0069.
17. Belous O., Abilphasova Ju. Effect of growth regulators on biochemical compounds of tangerine (*Citrus unshiu* Marc.), Potravinarstvo. 2019; 13(1) : 443-448. DOI: 10.5219/1126.
18. Blanco F., Folegatti M. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants, Hort. Bras. 2003; 21(4) : 42-45.
19. Diaz S., Cabido M. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change, Journal of Vegetation Science. 1997; 8 : 463-474.
20. Mathedes D., Liyanage L., Randeni G. A method for determining leaf area of one-, two- and three-year-old coconut seedlings, COCOS: The Journal of the Coconut Research Institute of Sri Lanka. 1989; 7 : 21-25.
21. Rueger S., Ehrenberger W., Zimmermann U. The leaf patch clamp pressure probe: a new tool for irrigation scheduling and deeper insight into olive drought stress physiology, Acta Hort. 2011; 888 : 223-230. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.888.25.
22. Witkowski E.T.F., Byron B. Lamont. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness, Oecologia. 1991; 88 : 486-493.
23. Wright I.J., Reich P.B., Westoby M. et al. The worldwide leaf economics spectrum, Nature. 2004; 428 : 821-827.
24. Zhang W., Zhang Zh., Meng H., Zhang T. How does leaf surface micromorphology of different trees impact their ability to capture particulate matter?, Forests. 2018; 9(11) : 681. DOI: 10.3390/f9110681.

References

1. Abdullaev H.A., Karimov H.H. Indices of photosynthesis in cotton breeding. Dushanbe: Tajik Agrarian University, 2001, 156 p.
2. Akimova O.I., Akimov I.V., Tartachakov P.S. The influence of Silver Agro on the productivity of fodder beet, Bulletin of the Khakass State University named after N.F. Katanov. 2019; 28 : 31-34.

3. Boboev I.A., Sharipov Z., Abdullaev A., Fardeeva M.B. Specific surface density of *Punica granatum* L. and *Diospyros lotus* L. leaf in different conditions of Tajikistan, Bulletin of Udmurt University. Biology. Earth sciences. 2015; 25(3) : 141-143.
4. Gunar I.I. Practicum on plant physiology. Moscow: Kolos, 1976, 310 p.
5. Ivanov L.A., Ivanova L.A., Ronzhina D. A. Regularities of changes in the specific density of leaves in plants of Eurasia along the aridity gradient, Reports of the Academy of Sciences. 2009; 428(1) : 135-138.
6. Kuzin E.N., Trunov Yu.V., Soloviev A.V. The influence of various methods of applying fertilizers on the development of individual components of apple productivity, Bulletin of the Moscow State Agricultural University. 2015; 26-35.
7. Leontiev P.I. Application of siliplant in plant growing, Actual problems of humanities and natural sciences. 2012; 10 : 66-68.
8. Migalina S.V. Change in the size and specific surface density of leaves in trees along the zonal-climatic transect of the Urals, Botanical Journal. 2012; 97(10) : 1293-1300.
9. Mirakilov H.M., Giyasidinov B.B., Abdullaev H.A., Karimov H.H., Solieva B.A., Ergasheva E.A., Kasparova I.S. Specific surface density of the leaf of ancient and modern varieties of fine-fiber cotton, Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. 2013; 56(3) : 250-255.
10. Mokronosov A.T. Mesostructure and functional activity of photosynthetic apparatus. Sverdlovsk: USU, 1978, 147 p.
11. Udalova O.R., Panova G.G., Anikina L.M. influence of the composition of peat briquettes on the formation of cucumber seedlings in intensive light culture, Vegetables of Russia. 2018; (4) : 98-103. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-4-98-103.
12. Plant physiology: method. recommendations, comp. Yu. P. Fedulov [et al.]. KubGAU: Krasnodar, 2017, 49 p.
13. Chukina N.V., Lukina N.V., Glazyrina M.A. Effect of substrate on anatomical and morphological parameters of *Pimpinella saxifraga* L. in the conditions of the ash dump, Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia. 2020; 19(1) : 245-249. DOI: 10.14258/pbssm.2020048.
14. Shapoval O.A., Mozharova I.P. Krutyakov A.A. Agro – growth regulator of a new generation, Plant protection and quarantine. 2017; 6 : 35-38.
15. Alonso V., Boso S., Santiago J.L., Gago P., Rodriguez M.I., Martinez M.C. Leaf thickness and structure of *Vitis vinifera* L. cv *Albarino* clones and its possible relation with susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*) infection, J. Int. Sci. Vigne Vin. 2011; 45 : 161-169.
16. Alvarez-Arenas T.E.G., Sancho-Knapik D., Peguero-Pina J.J., Gil-Pelegrín E. Surface density of the spongy and palisade parenchyma layers of leaves extracted from wideband ultrasonic resonance spectra, Front. Plant Sci. 2020; 11 : 695. DOI: 10.3389/fpls.2020.0069.
17. Belous O., Abilphasova Ju. Effect of growth regulators on biochemical compounds of tangerine (*Citrus unshiu* Marc.), Potravinarstvo. 2019; 13(1) : 443-448. DOI: 10.5219/1126.
18. Blanco F., Folegatti M. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants, Hortic. Bras. 2003; 21(4) : 42-45.
19. Diaz S., Cabido M. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change, Journal of Vegetation Science. 1997; 8 : 463-474.
20. Mathedes D., Liyanage L., Randeni G. A method for determining leaf area of one-, two- and three-year-old coconut seedlings, COCOS: The Journal of the Coconut Research Institute of Sri Lanka. 1989; 7 : 21-25.
21. Rueger S., Ehrenberger W., Zimmermann U. The leaf patch clamp pressure probe: a new tool for irrigation scheduling and deeper insight into olive drought stress physiology, Acta Hort. 2011; 888 : 223-230. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.888.25.

22. Witkowski E.T.F., Byron B. Lamont. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness, *Oecologia*. 1991; 88 : 486-493.
23. Wright I.J., Reich P.B., Westoby M. et al. The worldwide leaf economics spectrum, *Nature*. 2004; 428 : 821-827.
24. Zhang W., Zhang Zh., Meng H., Zhang T. How does leaf surface micromorphology of different trees impact their ability to capture particulate matter?, *Forests*. 2018; 9(11) : 681. DOI: 10.3390/f9110681.

**CHANGES IN DWARF
TANGERINE LEAF PARAMETERS
UNDER THE INFLUENCE
OF GROWTH REGULATORS**

Kunina V.A., Belous O.G.

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

The paper analyzes the work of the assimilation apparatus of dwarf tangerine during treatment with agrochemicals for growth-stimulating and immunostimulating action. Research has been conducted on the basis of FRC SSC of RAS since 2019 and is aimed at developing methods for stabilizing the production process and adaptability of this crop to the stressors in the humid subtropics of Russia. It has been found that the maximum leaf area is characterized on leaves in the variant with Zerebro agro treatments – 42.17 cm², the smallest leaf area is in the variant with Obstackin spraying (up to 29.81 cm²). The smallest value of the specific leaf area density was recorded during Siliplant treatments (15.76 g/dm²), on the variant with Zerebro agro spraying, not only a large leaf area, but also a large specific leaf area density (19.44 g/dm² at 20.62 g/dm² at the control), which implies good activation of synthetic processes. The lowest water deficit (11.60 % with 15.00 % in the control) was noted when plants were treated with Siliplant; in the variants with Obstackin and Zerebro agro, the water deficit is higher (13.78–14.37 %), but does not exceed the control. The leaves on the variant with Siliplant treatment (16.21 g/cm²/day), which have a large leaf area (36.83 cm²) show the greatest net photosynthesis productivity. A correlation from medium to high among such indicators in the assimilation apparatus as leaf area – dry mass ($r = -0.62$); specific leaf area density, the amount of water deficiency, net photosynthesis productivity and dry mass has been established. However, the direction of correlation is different. The obtained data will be used to analyze the possibility of using agrochemicals for growth-stimulating and immunostimulating action when cultivating dwarf tangerine in the humid subtropical zone of Russia.

Key words: tangerines, growth regulators, leaf apparatus, net photosynthesis productivity, specific leaf area density, functional state.