

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ ЧАЯ В ЗОНЕ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ**

Белоус О.Г.

*ГНУ ВНИИ цветоводства и субтропических культур, Сочи, Россия, e-mail: [oksana191962@rambler.ru](mailto:oksana191962@rambler.ru)*

---

Фотосинтез у растений чая протекает очень динамично, в течение светового дня интенсивность процесса постоянно меняется и имеет «пульсирующий» характер. Определены пороговые величины освещенности и температуры воздуха для процесса фотосинтеза растений чая в зоне влажных субтропиков России. Так, показано, что низкие значения интенсивности фотосинтеза объясняются действием неблагоприятного водного режима, создавшегося в результате продолжительной засухи. Отмечено, что при снижении температуры воздуха фотосинтез протекал только при температуре выше 14<sup>0</sup> С. При более низких значениях он сразу же прекращался, и наблюдалось усиление процесса фотодыхания. Параллельно изучено действие некорневых обработок железом и марганцем на интенсивность фотосинтеза и дыхания на фоне оптимальных и стрессовых значений абиотических факторов. Выявлена активизация фотосинтеза некорневыми подкормками растений марганцем.

---

Ключевые слова: растения чая, фотосинтез, микроэлементы.

## **INFLUENCE OF MICROELEMENTS ON PHOTOSYNTHESIS OF PLANTS OF TEA IN THE ZONE OF DAMP SUBTROPICS OF RUSSIA**

Belous O.G.

*All-Union Scientific research institute of floriculture and subtropical cultures, Sochi, Russia, e-mail: [oksana191962@rambler.ru](mailto:oksana191962@rambler.ru)*

---

Photosynthesis at plants of tea proceeds very dynamically, within light day intensity of process constantly varies and has "pulsing" character. Threshold sizes of light exposure and temperature of air for process of photosynthesis of plants of tea in a zone of damp subtropics of Russia are determined. It is shown that low values of intensity of photosynthesis speaking action of the adverse water mode created as a result of a long drought. It is marked, that at decrease of temperature of air photosynthesis proceeded only at temperature above 14<sup>0</sup>C. At lower values it at once stopped, and amplification of process of respiration was observed. Action of foliar spraying by iron and manganese rate on of photosynthesis and respiration on a background of optimum and stressful values environmental factors. Activizations of photosynthesis of foliar spraying plants are revealed by manganese.

---

Key words: plants of tea, photosynthesis, microelement.

Специфической особенностью культуры чая является повышенная побегообразовательная способность, обусловленная тем, что растения ежегодно в период покоя подвергаются шпалерной подрезке, а в процессе вегетации нарастающая масса молодых побегов периодически удаляется в процессе сбора флешей, что, в свою очередь, стимулирует образование новых побегов. В сущности, все приемы агротехники, направленные на получение высокого урожая (удобрение, орошение, обрезка, обработка почвы и т.д.), являются лишь мероприятиями, с помощью которых человек старается обеспечить наилучшие условия для фотосинтетической деятельности зеленых частей растения, в основном его листьев. В то же время, зона влажных субтропиков России характеризуется ежегодно повторяющимися засухами, приводящими к возникновению водного дефицита и нарушению физиологического состояния растений чая. Во время этих неблагоприятных по водному режиму периодов, растения подвергаются и тепловому стрессу. Длительный водный дефицит снижает интенсивность фотосинтеза и нарушает процессы дыхания, тормозится отток продуктов фотосинтеза из листьев в другие органы.

Изучение фотосинтеза чая требует проведения тщательных систематических исследований хода этого процесса в зависимости от разнообразных внешних факторов,

влияющих на жизнедеятельность чайного растения. Применительно к культуре чая наиболее полные исследования процесса фотосинтеза в условиях Западной Грузии были проведены профессорами М.М. Гочолашвили и Ш.Г. Залдастанишвили [7]. Авторам удалось убедительно доказать, что азотные, фосфорные и калийные удобрения значительно повышают интенсивность фотосинтеза и дыхания листьев чая, произрастающего в типичных условиях влажных субтропиков. Следовательно, приступая к изучению фотосинтеза растений чая в наших условиях, мы имели отправную информацию об этом процессе, что и позволило избежать некоторых методических ошибок.

#### Материалы и методы исследования

Поставленные задачи решались на уровне полевых и лабораторных исследований с использованием методов математического моделирования и статистики. Опыт по некорневой подкормке микроэлементами заложен в 1996 году на участке клоноиспытания АОЗТ «Дагомысчай», п. Уч-Дере, площадью 0,4 га на растениях чая сорта «Каратум», 1990 года посадки. Интенсивность фотосинтеза измеряли в неотделенных от растений листьях в токе естественного воздуха с помощью кондуктометрического прибора В.Л. Вознесенского [6], усовершенствованного и изготовленного снс лаборатории физиологии и биохимии растений Пилипенко В.Г. Усовершенствование затронуло изменение конструкции листовой камеры, в связи с тем, что средняя площадь листа чая лежит в пределах 30 – 40 см<sup>2</sup> и интенсивность фотосинтеза чая по литературным данным достаточно высока. Планируя исследования дневного хода фотосинтеза чая, мы не случайно выбрали метод, обеспечивающий быстрое определение интенсивности фотосинтеза при экспозиции 2 – 3 минуты, так как при этом не допускается перегрева листа в камере. С целью обнаружения кратковременных изменений интенсивности фотосинтеза, определения проводились на одном и том же листе через 10 – 15 минут в течение светового дня. В процессе определения фотосинтеза измеряли: освещенность листьев с помощью люксметра; температуру воздуха; относительную влажность воздуха – аспирационным психрометром Ассмана – МВ-4М и площадь листьев.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В первую очередь нами были определены пороговые величины освещенности и температуры воздуха для процесса фотосинтеза растений чая [1]. На рис. 1 видно, что в пасмурный день, когда максимальная освещенность не превышала 18 тыс. люкс, а температура находилась в пределах 18<sup>0</sup>С - 19<sup>0</sup>С, фотосинтез во второй половине дня (с 14 часов) не превышал 2,0 – 4,0 мгСО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>час. Низкие значения интенсивности фотосинтеза в этот период объясняются действием неблагоприятного водного режима, создавшегося в результате продолжительной засухи (около 6 недель).

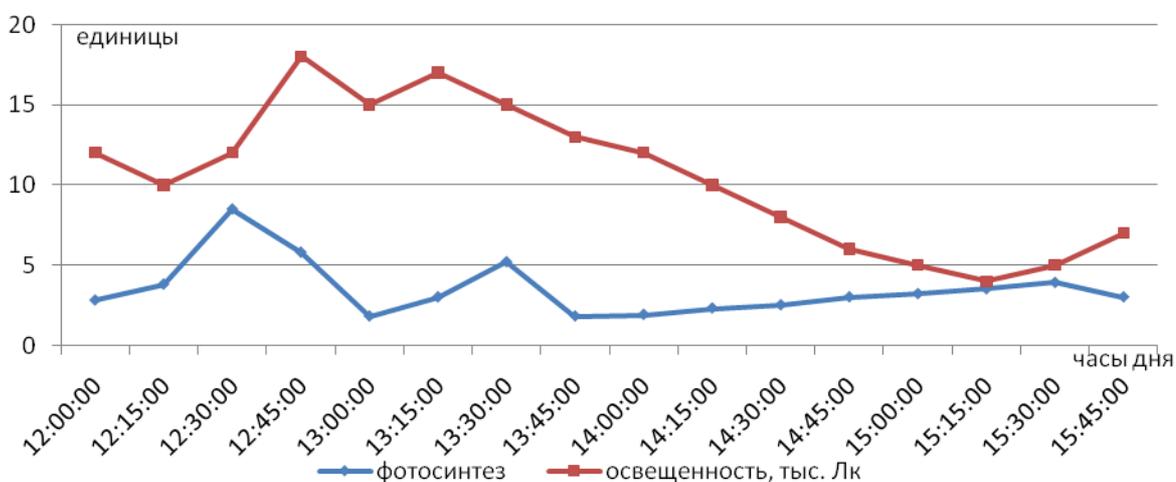


Рис. 1. Влияние низкой освещенности на интенсивность фотосинтеза листьев чая

При этом даже снижение освещенности до 4 тыс. люкс существенно не повлияло на активность этого процесса, чего нельзя сказать о температурном факторе (рис. 2).

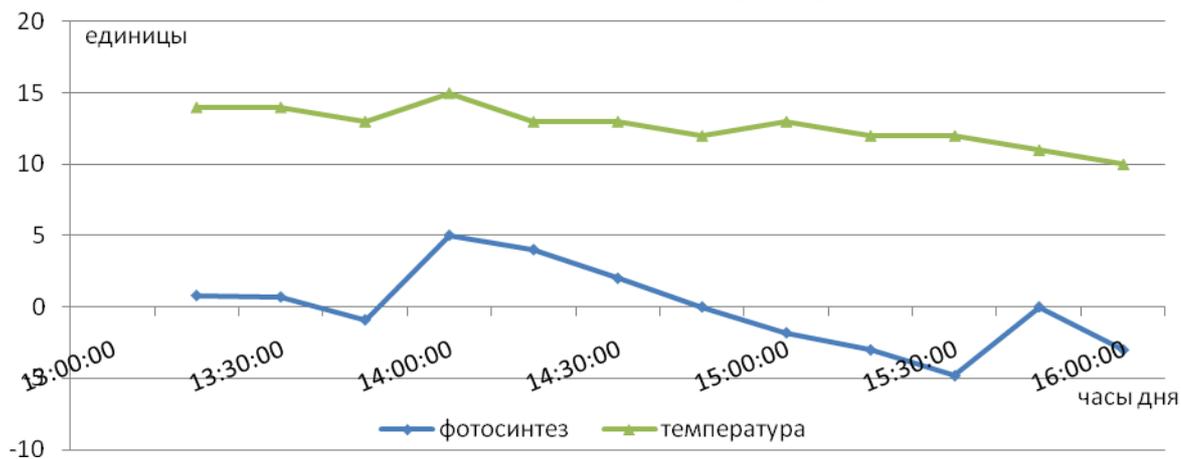


Рис. 2. Влияние пониженной температуры на интенсивность фотосинтеза листьев чая

Так, в дальнейших исследованиях при снижении температуры воздуха (до 10 – 15<sup>0</sup> С), но высокой освещенности (25 000 – 80 000 Лк) фотосинтез протекал только при температуре выше 14<sup>0</sup> С (рис. 2). При более низких значениях (10 – 13<sup>0</sup> С) он сразу же прекращался, и наблюдалось усиление процесса фотодыхания [3]. После установления влияния на процесс фотосинтеза абиотических факторов, мы перешли непосредственно к изучению действия внекорневых обработок микроэлементами. Исследование проводилось на фоне оптимальных значений абиотических факторов. Результаты представлены на рис. 3, отражающем дневной ход фотосинтеза на контрольном варианте. Прежде всего, обращает на себя внимание характер кривой, который указывает, что у чайного растения процесс фотосинтеза протекает очень динамично. В течение светового дня интенсивность фотосинтеза постоянно меняется и имеет «пульсирующий» характер, когда в продолжение даже одного часа при благоприятных погодных условиях усвоения СО<sub>2</sub> листьями достигает максимальных значений, а затем резко снижается вплоть до полного прекращения процесса и даже выделения углекислоты в результате активного дыхания.

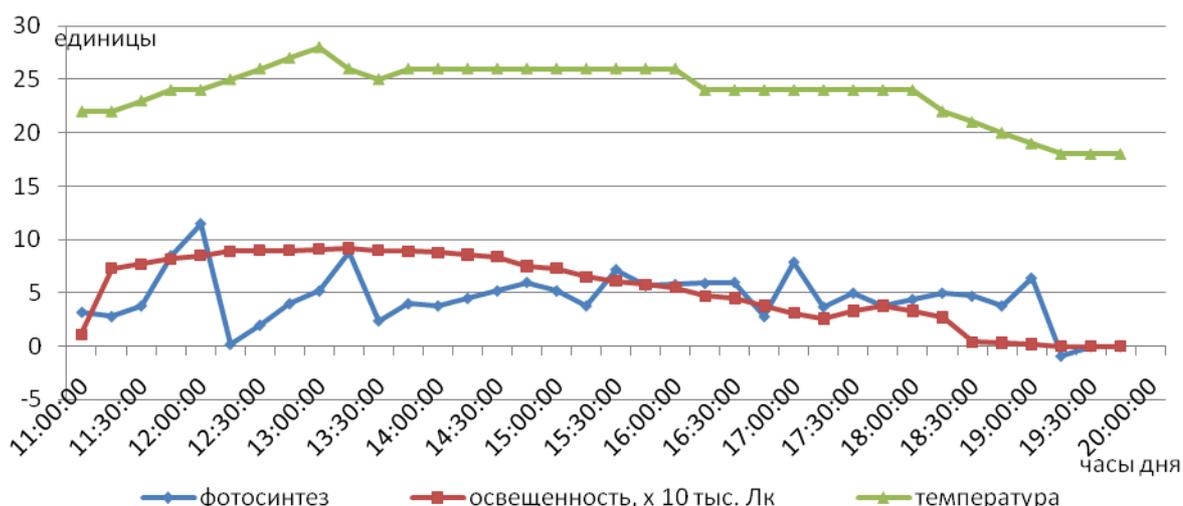


Рис. 3. Дневной ход фотосинтеза листьев чая на контрольном варианте

Особенно активизирует фотосинтез некорневая подкормка растений марганцем. На рис. 4 представлен график дневного хода фотосинтеза листьев чая через неделю после некорневой подкормки, из которого видно, что марганец, быстро проникая в клетки, способствует значительному увеличению интенсивности видимого фотосинтеза, вплоть до максимальных

значений (около  $20 \text{ мгСО}_2/\text{дм}^2/\text{час}$ ). Одновременно наблюдается усиление дыхательной функции листа, причем, периоды интенсивного поглощения углекислоты довольно равномерно сменяется фазами, когда происходит выделение значительных количеств  $\text{CO}_2$  в процессе светового дыхания. Причиной таких «пульсаций», по нашему мнению, является накопление в короткое время в хлоропластах большого количества первичных ассимилянтов в период энергичного возрастания интенсивности фотосинтеза и требуется определенное время для «переработки» и оттока метаболитов. В такие моменты интенсивности фотосинтеза резко снижается и начинает превалировать процесс светового дыхания.

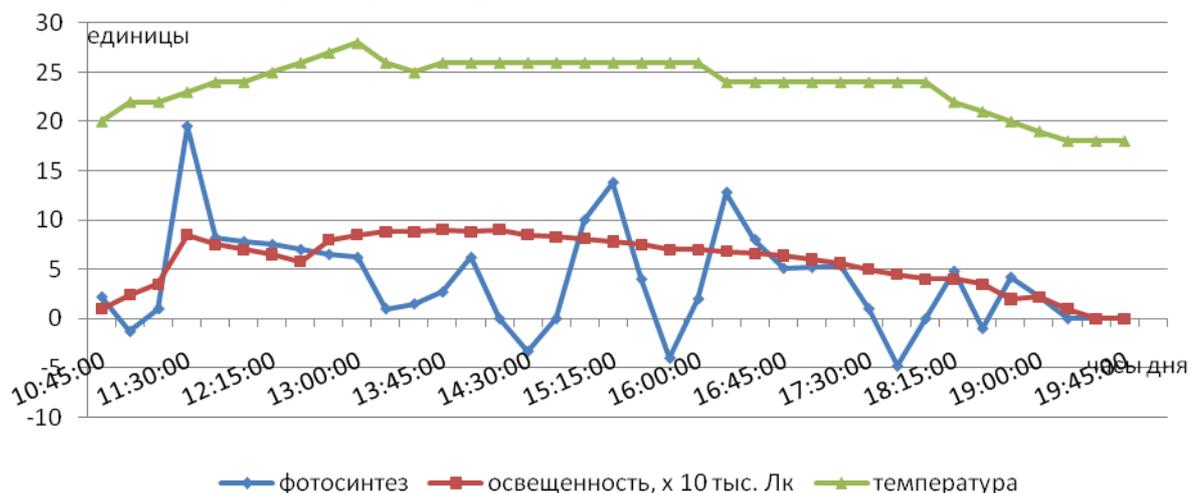


Рис. 4. Влияние марганца на дневной ход фотосинтеза

По мнению некоторых ученых способность хлоропластов быстро увеличивать интенсивность фотосинтеза и также быстро прекращать процесс свидетельствует о высокой физиологической активности фотосинтетического аппарата растений. Что и наблюдается после некорневых подкормок марганцем. Однако активизация хлоропластов со временем снижается и через месяц после обработки растений интенсивность фотосинтеза заметно уменьшается, хотя значительно превосходит этот показатель на контрольном варианте.

Своеобразно выглядит график дневного хода фотосинтеза на варианте с некорневой обработкой растений чая железом (рис. 6).

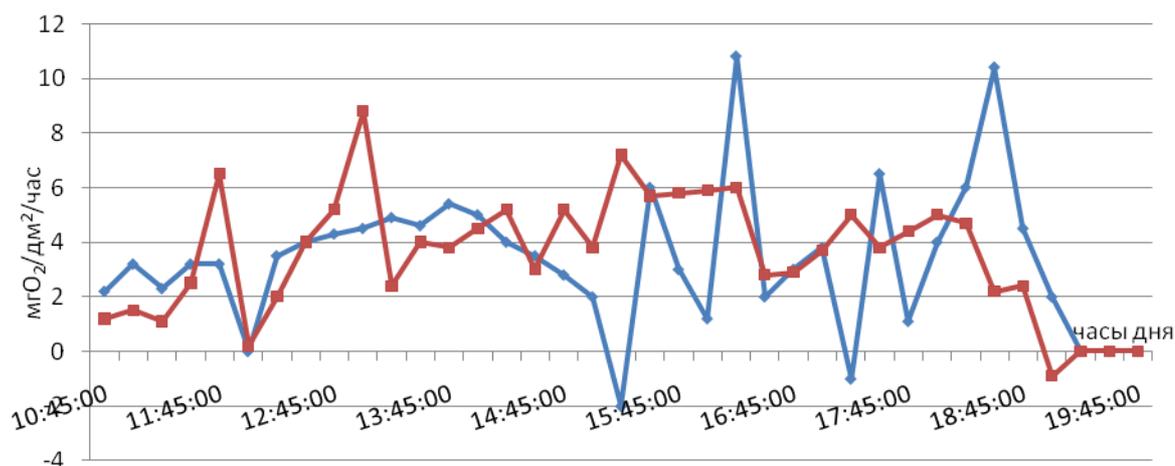


Рис. 6. Влияние железа на дневной ход фотосинтеза

На протяжении исследований мы сталкивались с тем обстоятельством, что на этом варианте растения чая испытывают угнетение жизнедеятельности, что подтверждается

данными, например, характеризующими водный режим [1, 4]. Не являются исключением процессы фотосинтеза и дыхания листьев. Из рис. 6 видно, что до 15 часов фотосинтез протекал вяло, интенсивность его составляла 3 – 5 мг СО<sub>2</sub> дм/час, хотя освещенность и температура воздуха в это время были благоприятными. И только после 15 часов происходило повышение интенсивности фотосинтеза и фотодыхания листьев, продолжавшееся до конца светового дня, несмотря на снижение потока фотосинтетически активной радиации. В это время наблюдалось увеличение амплитуды и частоты «пульсации» кривой фотосинтеза, что хорошо прослеживается на графике. Однако суммарная продуктивность фотосинтеза на этом варианте, по-видимому, не могла обеспечить функционирования всех органов из-за недостатка энергетического материала, что и вызывает угнетение растений.

Как известно, ответная реакция растений в условиях стресса не однозначна и варьируется в зависимости от вида растения, его устойчивости к стресс-фактору и применяемых агроприемов [5]. Поэтому нами была поставлена задача выявить изменения интенсивности дыхания, происходящие при некорневых подкормках растений чая микроэлементами. На контрастных вариантах опыта с микроэлементами (обработка марганцем и железом) было проведено определение интенсивности дыхания при благоприятном водном режиме и при устойчивом водном дефиците. Результаты определений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Интенсивность дыхания листьев чая при внесении микроэлементов

Варианты	благоприятный водный режим		водный дефицит		% к исходному
	мкг О <sub>2</sub> /г · час	%	мкг О <sub>2</sub> /г · час	%	
Контроль	564,5±12,1	10	550,1±10,0	100	- 2,6
Марганец	695,2±12,5	123,2	769,7±9,5	139,9	10,7
Железо	663,1±10,0	117,5	640,1±5,6	116,4	- 3,5
НСР <sub>05</sub>	114,9	-	106,9	-	-

Представленные данные свидетельствуют о несомненном влиянии некорневых подкормок микроэлементами на интенсивность дыхания. Причем, проявляется закономерность, выявленная нами ранее: обработки марганцем приводят к улучшению физиологического состояния растений чая, что в данном случае проявляется не только в усилении интенсивности синтеза веществ (в процессе фотосинтеза), но и в их окислении, существенно активизируя, таким образом, полный круг метаболических реакций. Усиление интенсивности дыхания на варианте с обработкой железом не существенно и происходит, по нашему мнению, только в силу активизации ферментативных реакций, связанных с окислением веществ. Внесение сернокислого железа приводило к усилению активности каталазы, содержащей этот элемент в качестве кофермента [2]. При водном дефиците интенсивность процесса на контроле и при обработке железом значительно снижается, в то время как обработка марганцем, повышая засухоустойчивость растений, стабилизирует этот процесс – на этом варианте наблюдается некоторое (на 11 %) усиление интенсивности дыхания.

#### Выводы

Таким образом, можно говорить о том, что некорневые подкормки оказывают значительное влияние на метаболизм клетки, в частности, на процессы ассимиляции и диссимиляции веществ, что, учитывая их роль в повышении стресс-устойчивости, может служить надежным агротехническим приемом, повышающим продуктивность и адаптивные реакции растений чая.

#### Список литературы

1. Белоус, О.Г. Микроэлементы на чайных плантациях субтропиков России ГНУ ВНИИЦиСК РАСХН. Краснодар, 2006. 164 с.

2. Белоус, О.Г. Влияние климатических факторов на активность каталазы листьев чая/О.Г. Белоус // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 6.
3. Белоус, О.Г. Фотосинтетическая активность растений чая // Конф. «Человек и ноосфера». – 2004. - www.rae.ru
4. Белоус, О.Г. Водный режим растений чая / Белоус О.Г. //Субтропические культуры: сб. науч. тр. Грузия, 2010. С. 88- 91.
5. Белоус, О.Г. Физиологические особенности растений чая в различных почвенно-климатических условиях /А.В. Рындин, О.Г. Белоус // Вестник РАСХН. 2008. № 3. С. 49 – 51.
6. Вознесенский, В.Л. Кондуктометрический прибор для измерения фотосинтеза и дыхания растений в полевых условиях. Л.: Наука, 1971. 26 с.
7. Гочолашвили, М.М. Биологические основы культуры чайного куста в Грузии / Гочолашвили М.М., Залдастанишвили Ш.Г. // Тбилиси: Цодна, 1963. 162 с.

**Рецензенты:**

Беседина Т.Д., д.с.-х.н., зав. отделом мелиорации ГНУ ВНИИ цветоводства и субтропических культур Россельхозакадемии, г. Сочи.

Абильфазова Ю.С., к.б.н., с.н.с. лаборатории физиологии ГНУ ВНИИ цветоводства и субтропических культур Россельхозакадемии, г. Сочи.

Малюкова Л.С., к.б.н., вед. сотрудник лаборатории агрохимии ГНУ ВНИИ цветоводства и субтропических культур Россельхозакадемии, г. Сочи.

Работа получена 03.11.2011.