

УДК 633.77 (470.6)

ББК 42.8

В-12

Вавилова Любовь Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник управления научной деятельностью ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; e-mail: vavilova_01@mail.ru;

Корзун Борис Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по науке, Адыгейский филиал Государственного бюджетного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур; г. Майкоп; e-mail: kbw194_v@mail.ru.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЧАЙНЫХ РАСТЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ЧАЙНОГО ЛИСТА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

(рецензирована)

*В статье приводятся результаты исследования параметров физиологического статуса растений чая, определяющих устойчивость к неблагоприятным условиям предгорной зоны Адыгеи. Изучение сезонной динамики интенсивности транспирации, дыхания и фотосинтеза позволило выявить механизмы адаптации к воздействующим стрессорам перспективных форм *Thea sinensis* L., выделенных из местного генофонда популяции Кимынь. Установлено влияние физиологического состояния растений чая на формирование урожая чайного листа.*

Ключевые слова: чай, интенсивность дыхания, транспирация, интенсивность фотосинтеза, адаптивность, динамика урожайности.

Vavilova Lyubov Vladimirovna, Candidate of Biology, a senior researcher of the Department of Research Activity Management of FSBEI HE "Maikop State Technological University"; e-mail: vavilova_01@mail.ru;

Korzun Boris Vasilievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Science, Adygh branch of the State budget scientific institution All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Maikop; e-mail: kbw194_v@mail.ru.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF TEA PLANTS RESISTANCE AND FORMATION OF TEA LEAVES YIELD IN THE NORTHWEST CAUCASUS

(Reviewed)

*The article presents the results of the study of physiological status parameters of tea plants, determining resistance to adverse conditions of the foothill zone of Adygea. The study of seasonal dynamics of transpiration rate, respiration and photosynthesis revealed the mechanisms of adaptation to stressors of promising forms of *Thea sinensis* L., isolated from the local Kimyn population gene pool. The influence of a physiological condition of tea plants on the formation of tea leaves crops.*

Keywords: tea, respiration rate, transpiring, the rate of photosynthesis, adaptability, productivity dynamics.

Параметры физиологического статуса растений, определяющие устойчивость к неблагоприятным факторам среды довольно подробно изучались в разное время многими исследователями [1; 2; 3]. В условиях Черноморского побережья исследования физиолого-биохимических реакций растений на действие абиотических стрессоров с целью

выявления специфических механизмов адаптации субтропических, южных плодовых, декоративных культур и чая к условиям внешней среды изучала Белоус О.Г. и другие [4]. В предгорной зоне республики Адыгеи (Адыгейский филиал ФГБНУ ВНИИЦиСК) работы по изучению физиологии чайного куста проводятся с 2015 г. При этом основной целью исследований является оценка адаптивности различных перспективных растений чая, определяющей их состояние и продуктивность. Выделенные из имеющегося генофонда филиала как перспективные растения [5; 6; 7], представляют собой семенное поколение популяции Кимынь.

Изучение физиологических параметров чая проводилось в феврале (фаза вынужденного покоя), ежемесячно в течение вегетационного периода, а также в октябре (фаза цветения и плодообразования) в сопоставлении с ходом метеоусловий [8]. Интенсивность транспирации листьев чая проводили по Л.А. Иванову, интенсивность фотосинтеза – по Саксу, интенсивность дыхания – по методике Миллера. Оценка состояния, зимостойкости и засухоустойчивости, учет урожая зеленого листа проводилась в соответствии с общепринятыми методами, адаптированными к культуре чая [9].

Известно, что транспирация является необходимым физиологическим процессом [3] обуславливающим определенную степень обеспеченности клеток водой и передвижение минеральных веществ, поглощенных из почвы корнями. Кроме того, в процессе транспирации снижается температура растения, не происходит его перегрев в жаркую погоду, благодаря чему обеспечивается нормальное протекание различных физиолого-биохимических процессов, направленных на формирование урожая. Для нормального функционирования растений необходима достаточная насыщенность клеток водой. При этом, очевидно, что диапазон толерантности к обезвоживанию у генотипически различающихся растений может также варьировать, обеспечивая им различную адаптивность к конкретным условиям среды и возможность реализации потенциала продуктивности.

Изучение интенсивности транспирации полновозрастных растений показало, что на данную величину оказывают влияние влажность почвы, относительная влажность окружающего воздуха, дефицит насыщения водяным паром атмосферы и скорость ветра. Анализируя полученные результаты (табл. 1), можно отметить тенденцию резкого почти в 2 раза повышения интенсивности транспирации в июле-августе. Таким образом проявляется приспособительная реакция растений чая на засушливый период, позволяющая избежать перегрева ассимиляционного аппарата.

Таблица 1 - Динамика физиологических параметров чайного растения

Год	Срок определения (число/месяц)	Метеоусловия, в среднем за месяц			Интенсивность транспирации, г H ₂ O с 1 м ² за 1 час	Фотосинтезирующая поверхность листьев, тыс. м ² с 1 га	Интенсивность фотосинтеза, мг сухого вещества за 1 час с 1 м ²
		температура воздуха, °С	влажность воздуха, %	дефицит насыщения водяного пара, мм рт. ст.			
2015	февраль	2,8	74,2	1,9	23,4	13,6	5,1
	май	16,7	65,2	6,6	56,0	17,3	6,1
	июнь	20,9	74,7	6,3	83,5	22,3	10,7
	июль	23,3	64,5	10,2	111,5	19,9	6,5

	август	24,1	56,9	12,9	103,8	19,4	5,8
	октябрь	10,3	78,6	2,7	45,1	17,7	7,3
2016	февраль	6,5	70,3	2,9	31,0	10,7	7,2
	май	15,9	70,2	5,4	62,3	11,9	13,6
	июнь	21,1	70,1	7,5	84,5	20,6	7,4
	июль	23,1	70,2	8,4	116,0	19,5	6,2
	август	24,3	70,1	9,1	117,3	18,7	8,6
	октябрь	9,6	70,0	3,6	38,5	14,7	7,9
НСР ₀₅ F _φ > F ₀₅ = 24,5		-	-	-	Корреляционная связь	-	2,47
Ошибка опыта		-	-	-	интенсивности транспирации	-	0,54
Ошибка разности средних		-	-	-	и от дефицита насыщения водяного пара: r = 0,89; t _r > t ₀₅ = 3,21	-	0,77

За счет транспирации регулируется активность обмена веществ, способствующая нормальному развитию растений. При этом установлено, что интенсивность транспирации коррелирует с дефицитом насыщения водяным паром атмосферы. Однако, при повышении дефицита насыщения водяным паром на фоне почвенной засухи, интенсивность транспирации существенно не изменяется. Вероятно, при этом повышается физиологическая роль дыхания и происходит образование эндогенной воды. Невысокие средние температуры воздуха в феврале и октябре приводят к снижению интенсивности транспирации. Благодаря этому корневое давление подает незначительное, но достаточное количество воды для нормального обмена веществ в холодные периоды года.

Сопряженность реакций, происходящих при ассимиляции и диссимиляции питательных веществ, проявляется не только в их строго определенной последовательности, но и в сопряженности превращений энергии в течение всей жизни растительного организма. Источником энергии служит процесс дыхания. Большое влияние на интенсивность дыхания оказывают внешние условия, в особенности температура среды. С повышением температуры дыхание усиливается. Нами изучены особенности дыхания разновозрастных листьев растений чая в различных температурных условиях.

Установлено, что наиболее интенсивным дыханием (табл. 2) характеризуются листья верхнего яруса кроны, так как клетки более молодых листьев и побегов достаточно наполнены протоплазмой, а с увеличением количества протоплазмы увеличивается дыхательная активность. С возрастом количество протоплазмы в клетках уменьшается за счет увеличения вакуоли, следовательно, интенсивность дыхательного газообмена снижается. Отмечено, что с повышением температуры до 30°C и выше интенсивность дыхания в исследуемых листьях повышается. Однако, при этом снижается интенсивность

фотосинтеза (табл. 1), что говорит о расходовании органического вещества и энергии с целью поддержания необходимой оводненности цитоплазмы во время атмосферной и почвенной засухи. Выявленная приспособительная реакция растений чая свойственна засухоустойчивым мезофитам.

Коэффициент поглощения солнечных лучей, а, следовательно, и интенсивность фотосинтеза наряду с другими факторами зависит и от площади фотосинтезирующей поверхности.

Тем не менее, фотосинтезирующая поверхность должна быть оптимальной для культуры, так как быстрый рост площади листьев может привести к быстрой смене фаз роста и развития, к нарушению ритма побегообразования и к снижению урожайности зеленого листа. При определении площади фотосинтезирующей поверхности (табл. 1) было выявлено, что ассимиляционная поверхность листьев чайного растения составляет от 10,7 до 22,3 тыс. м² с гектара. К концу июля нарастание поверхности листьев уменьшается. Это связано с торможением ростовых процессов перед летним периодом покоя и подготовкой к закладке и дифференциации почек.

Таблица 2 - Интенсивность дыхания листьев чайного растения, 2016 г.

Показатель	Срок определения (число/месяц)	Кол-во выделенного CO ₂ в мг на 1 г сухого в-ва в час				Среднее за месяц, мг на 1 г сухого в-ва в час
		08	13	18	24	
Листья среднего и нижнего яруса кроны	май	1,31	1,19	1,30	1,75	1,39
	t _{сут.мах} °C	25,3	21,2	24,4	31,2	-
	июнь	1,28	1,69	1,62	1,65	1,56
	t _{сут.мах} °C	23,0	30,7	28,9	26,7	-
	июль	1,75	1,65	1,55	1,47	1,61
	t _{сут.мах} °C	32,1	31,6	29,1	28,1	-
	август	1,89	1,76	1,96	1,72	1,83
	t _{сут.мах} °C	28,5	28,0	31,3	26,6	-
Среднее		1,65	1,57	1,61	1,65	1,60
Листья верхнего яруса кроны	май	1,50	1,24	1,33	1,9	1,49
	t _{сут.мах} °C	25,3	21,2	24,4	31,2	-
	июнь	1,40	1,78	1,68	1,75	1,65
	t _{сут.мах} °C	23,0	30,7	28,9	26,7	-
	июль	1,41	1,74	1,65	1,82	1,66
	t _{сут.мах} °C	32,1	31,6	29,1	28,1	-
	август	1,85	1,88	1,98	1,75	1,87
	t _{сут.мах} °C	28,5	28,0	31,3	26,6	-
Среднее		1,54	1,66	1,66	1,81	1,67
Ошибка опыта F _ф <F ₀₅ =1,5						0,78

В оценке качества фотосинтеза значительную роль играет определение его интенсивности. В условиях филиала интенсивность фотосинтеза и сопряженного с ним дыхания претерпевают значительные колебания на протяжении вегетационного периода. Динамика интенсивности фотосинтеза за 2015-16 гг. приведена в таблице 1 и отражена графически на рисунке. Все исследования проводили в ясную погоду в 11 часов дня (время, близкое к максимуму интенсивности в суточной динамике фотосинтеза). Наибольшая интенсивность фотосинтеза отмечается в мае-июне, затем она снижается вследствие нарастания среднесуточных температур воздуха и недостатка продуктивной влаги. В середине июля отмечается физиологический минимум образования органических веществ: 4,28 и 6,11 мг сухого вещества за 1 час с 1 м² поверхности листьев соответственно в 2016 и 2015 гг. (рис. 1). В этот период происходит начало дифференциации почек на побегах, что связано с расходом пластических веществ. В начале августа отмечается некоторое повышение ассимиляционной активности за счет отрастания новых флешей, однако недостаточная влагообеспеченность не способствует качественному продукционному процессу. Следовательно, улучшение условий водного режима в этот период будет способствовать более эффективному усвоению энергии солнечного излучения и формированию урожая чайного листа.

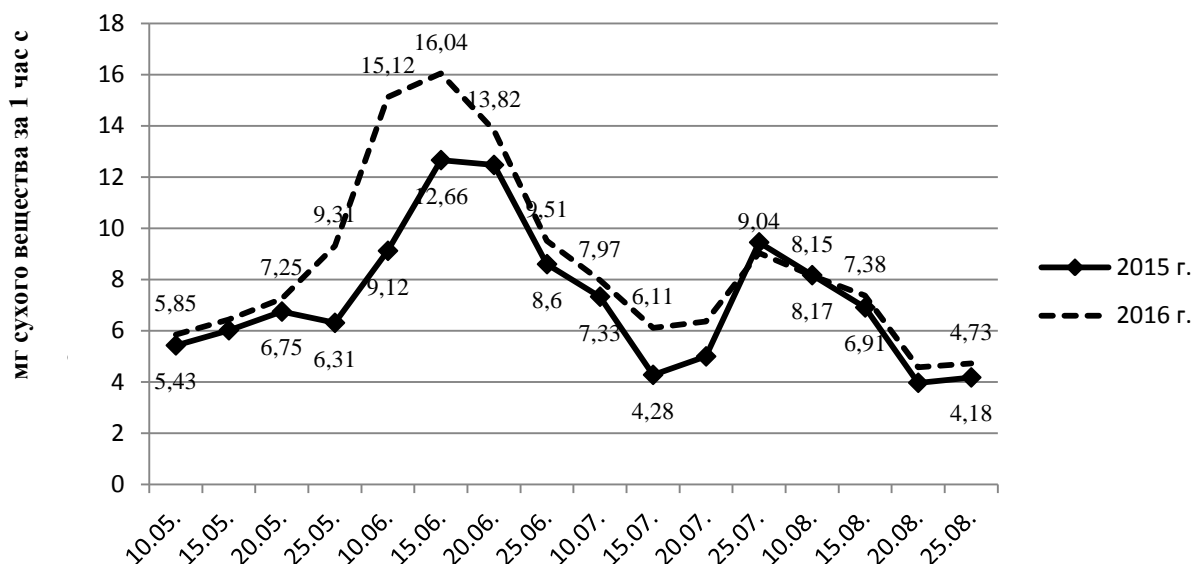


Рисунок 1. Динамика интенсивности фотосинтеза растений чая

Чайное растение выращивают ради получения молодых 2-х и 3-х-листных побегов, идущих на производство различных сортов чая. В Адыгее основной сбор приходится на май-июнь, в дальнейшем при наступлении неблагоприятных условий рост чая тормозится. В таблице 3 приводится динамика формирования урожая зеленого листа в летние месяцы. При сопоставлении данных интенсивности фотосинтеза (табл. 1) и сбора листа выявлена особенность: пики интенсивности накопления органических веществ предшествуют получению максимальных сборов урожая.

Отмечено, что наибольший урожай формируется у перспективной формы АФ-4. В сезонной динамике наименьший урожай листа приходится на август, когда на данный показатель оказывает влияние июльское снижение интенсивности фотосинтеза. Обобщая результаты оценки физиологического статуса и получения урожая, можно отметить их взаимозависимость и сопряженность с ходом метеоусловий. Оценка физиологических параметров показала резервы повышения продуктивности чайных насаждений Адыгеи за

счет улучшения температурного и водного режимов плантаций.

Таблица 3 - Динамика формирования урожая зеленого листа

Год	Форма растения	Урожай зеленого листа, г на 1 растение			
		июнь	июль	август	за вегетацию
2015	АФ-1	77,1	82,4	50,8	297,0
	АФ-2	78,7	83,5	52,1	324,6
	АФ-3	83,9	85,7	60,2	319,5
	АФ-4	88,9	90,0	59,8	345,2
	АФ-5	90,3	89,7	54,6	300,0
2016	АФ-1	83,3	80,5	51,9	295,3
	АФ-2	89,4	84,2	63,5	357,0
	АФ-3	95,3	89,2	62,9	382,3
	АФ-4	108,2	103,4	77,4	448,7
	АФ-5	94,5	85,0	53,1	365,2
НСР ₀₅ при $F_{\phi} > F_{05}=31,7$ ошибка опыта - 0,55; ошибка разности средних - 0,785					1,75

Литература:

1. Генкель П.А., Окнина Е.З. Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений. М.: Наука, 1964. 242 с.
2. Дорошенко Т.Н. Устойчивость плодовых и декоративных растений к высоким температурам: физиологический аспект // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. №86. С. 426-440.
3. Лебедев С.И. Физиология растений. М.: Агропромиздат, 1988. 544 с.
4. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России. / А.В. Рындин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2014. №3. С. 40-48.
5. Корзун Б.В. Изучение наиболее адаптивных и перспективных образцов чая для возделывания в условиях Адыгеи // Современное состояние и перспективы развития садоводства и культуры чая в Республике Адыгея. Майкоп: Адыг. республ. книж. изд-во, 2008. С. 121-127.
6. Корзун Б.В., Вавилова Л.В. Отбор перспективных растений чая для селекции // Субтропические культуры. 2010. №1. С. 35-37.
7. Артемьева В.В., Бочкарева И.И., Дьякова И.Н. Фитохимический анализ чая китайского // Новые технологии. 2015. Вып. 4. С. 152-156.
8. Архив погоды [Электронный ресурс]. URL: <http://rp5.ru>
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 38-68.

References:

1. Henkel P.A., Oknina E. Z. Dormancy and frost resistance of fruit plants. M.: Nauka, 1964. 242 p.

2. Doroshenko T.N. *Fruit and ornamental plants resistance to high temperatures: a physiological aspect* // *Multidisciplinary network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2013. №86. P. 426-440.
3. Lebedev S.I. *Plant Physiology*. M.: Agropromizdat, 1988. 544 p.
4. *The use of physiological and biochemical methods for identifying adaptation mechanisms of subtropical, southern fruit and ornamental crops in the subtropics of Russia.* / A.V. Ryndin [et al.] // *Agricultural Biology*. 2014. №3. P. 40-48.
5. Korzun B.V. *Study of the most adaptive and promising samples for tea cultivation in the conditions of Adygea* // *The current state and prospects of development of horticulture and tea culture in the Republic of Adygea*. Maikop: Adygh Repub. Publishing House, 2008. P. 121-127.
6. Korzun B.V., Vavilova L.V. *Selection of promising plants for the selection of tea* // *Subtropical cultures*. 2010. №1. P. 35-37.
7. Artemiev V.V., Bochkareva I.I., Dyakova I.N. *Phytochemical analysis of Chinese tea* // *New Technologies*. 2015. Vol. 4. P. 152-156.
8. *Weather archive [electronic resource]*. URL: <http://rp5.ru>
9. *The program and method of studying fruit, berry and nut crops* / ed. by E.N. Sedova. Orel: RSRI, 1999. P. 38-68.