

Статья поступила в редакцию 21.05.2018 г.

Yarosh A.M., Tonkovtseva V.V., Batura I.A., Bekmambetov T.R., Melikov F.M., Koval E.S., Bezzubchak V.V., Nagovskaya E.V., Soiko V.V. Effects of peppermint essential oil of menthol-menthone chemotype (Udaichanka cultivar) on psycho-emotional state and indicators of the cardiovascular system of the elderly // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2018. – № 128. – P. 84-92.

A study of the effects of essential oils of peppermint of menthol-menthone chemotype (Udaichanka cultivar) at a concentration of 1 mg/m<sup>3</sup> at different times of exposure (from 10 to 30 minutes) on emotional state, mental performance and function of the cardiovascular system of the elderly to assess the possibility of using this essential oil for corrective actions. It is established that this essential oil has a positive effect on the psycho-emotional state of the elderly, improves their complex mental processes, optimizes the function of the cardiovascular system. Positive changes in all these indicators are observed after 10 minutes of aroma session and remain for the entire period of influence - up to 30 minutes.

**Key words:** the elderly; essential oil; peppermint; menthol-menthone chemotype; mental performance; psycho-emotional state; the function of the cardiovascular system

**ЭКОЛОГИЯ**

УДК 582.788.1:581.5

DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.12

## **ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА *VIBURNUM TINUS L.* ОТ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ, ТЕМПЕРАТУРЫ ЛИСТЬЕВ, ТРАНСПИРАЦИИ И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ХОДЕ ВЕГЕТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА (ЮБК)**

**Олег Антонович Ильницкий**

Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН

298648, Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита

E-mail: [ilnitsky@rambler.ru](mailto:ilnitsky@rambler.ru)

Изучена зависимость интенсивности видимого фотосинтеза *Viburnum tinus L.* от факторов внешней среды, температуры листьев, транспирации и их изменение в ходе вегетации в условиях Южного берега Крыма. Отображение функции отклика фотосинтеза на факторы внешней среды в трехмерной системе координат имеет форму выпуклой поверхности с максимумом в верхней точке, что позволило для *V. tinus* получить численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений (моделей) взаимосвязей величины нетто-фотосинтеза с основными факторами внешней среды, а также, температурой и транспирацией листа. Полученные данные дают возможность интерпретировать скорость фотосинтеза как потенциальную эколого-физиологическую характеристику данного вида, что позволяет сравнивать различные виды растений, произрастающие в сходных условиях, по показателям, измеренным с использованием одинаковой методики. *V. tinus* обладает относительно высоким потенциалом фотосинтеза для акклиматизации к повышенной температуре. При температуре воздуха, выше оптимальной, интенсивность фотосинтеза резко падает. Критической температурой для листа является 33,5°C. После прекращения периода активного роста за июнь-октябрь, максимальная величина скорости нетто-фотосинтеза снизилась на 12%, интенсивности транспирации – на 63,64%, температуры листа – на 9,4%. При этом в сравнении с июнем в сентябре-октябре температурно-световые оптимумы сместились в сторону понижения: температуры воздуха на 15,7%, дефицита влажности воздуха на 42,86%, и освещенности ФАР на 34,38%

**Ключевые слова:** *Viburnum tinus L.*; интенсивность видимого фотосинтеза; температурно-световые оптимумы; эколого-физиологическая характеристика

### Введение

Для сохранения естественной растительности, закладки новых и реконструкцию существующих зеленых насаждений в условиях Южного берега Крыма (ЮБК) необходимо особое внимание уделять растениям различных видов, которые находятся в условиях микроклимата, формируемого окружающей средой [1].

При подборе таких видов растений необходимо изучение различных процессов жизнедеятельности в условиях их произрастания.

В качестве объекта исследований нами была выбрана калина лавролистная *Viburnum tinus* L. – вечнозеленый густоветвистый кустарник родом из Средиземноморья. В России произрастает на Черноморском побережье Кавказа и Крыма [2, 7].

Известны работы по изучению реакции скорости фотосинтеза у вечнозеленых растений на протяжении периода вегетации в том числе и *V. tinus*. Показано влияние различной интенсивности освещения, влажности почвы на скорость  $P_n$  фотосинтеза, транспирацию, устьичную проводимость, размер листьев и рост биомассы [10]. Полученная информация позволила определить оптимальные условия выращивания *V. tinus* в данном регионе (Италия). Изменение фенологии в процессе выращивания *V. tinus* между различными вариантами воздействия внешних условий (особенно влажности почвы) на протяжении нескольких лет позволило найти оптимальные условия для выращивания саженцев (Словакия) [12]. Существенная разница генетически детерминирована и должна учитываться при выращивании данного вида.

Эти исследования проводились по различным методикам, при помощи разной приборной базы, и сравнить результаты этих исследований достаточно сложно.

Для того, чтобы сравнение результатов было достоверным, необходимо проведение исследований по одинаковым методикам, в одни и те же периоды вегетации и на растениях, произрастающих в сходных условиях.

Целью работы было определение оптимальных и ограничивающих условий произрастания данного вида на Южном берегу Крыма: зависимостей интенсивности фотосинтеза от факторов внешней среды – (температуры и дефицита влажности воздуха, фотосинтетически активной солнечной радиации), а также интенсивности транспирации и температуры листьев.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводились в тепличных условиях на территории центрального отделения Никитского ботанического сада ФГБУН «НБС-ННЦ», участок «Лавровое». *V. tinus* принадлежит к семейству Адоксовые (Adoxaceae). Распространена практически по всей Европе, на юго-западе Азии, Северной Африке. Живет больше 40 лет. Цветки мелкие, обоеполые, собраны в голые зонтиковидные соцветия, со сладковатым запахом. Цветет с марта в течение 2-2,5 месяцев. В регионах с мягкой зимой может цвести повторно в осенне-зимний период. Плоды созревают в августе–ноябре. Отношение к влаге, мезо–ксерофит; светолюбивое растение. Отношение к питанию – мезотроф. Тип фотосинтеза –  $C_3$ .

В парке Никитского ботанического сада проводились исследования по изучению роста и состояния некоторых декоративных растений (в том числе и *V. tinus*) от условий освещенности. Были определены основные фенофазы развития этого вида в условиях ЮБК: начало вегетации – (набухание вегетативных почек) 1 декада марта – 1 декада апреля; начало цветения – 3 декада марта, конец цветения 3 декада апреля – 1 декада мая; окончание роста (закладка верхушечной почки) 2 декада июля – 1 декада августа [6].

Растения для проведения опытов – саженцы 3–4 лет, выращенные из черенков и растущие в вегетационных сосудах объемом 10 л.

Опыты проводились в апреле–ноябре 2016г. Интенсивность  $\text{CO}_2$ -газообмена листьев с трехкратной повторностью определяли на сформированных молодых интактных листьях верхней части однолетнего побега каждые 15–20 мин с помощью автоматической 4-канальной системы открытого типа для мониторинга  $\text{CO}_2$  обмена и транспирации листьев «Монитор фотосинтеза РТМ-48А» (Bioinstruments S.R.L., Молдова) при естественной концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе около 0,04% [5]. Фотосинтетически активную радиацию (ФАР) и другие параметры окружающей среды: температуру ( $^{\circ}\text{C}$ ) и влажность воздуха (%), измеряли датчиками Метео-модуля RTH-48, подключенными к цифровому входу системы РТМ-48А; температуру листа ( $^{\circ}\text{C}$ ) – датчиком LT-1P, влажность почвы (%) – датчиком SMS-5P, относительную скорость сокодвижения в стебле (отн. ед.) – датчиком сокодвижения SF-5P, подключенными к аналоговым входам РТМ-48А. Для характеристики  $\text{CO}_2$ -газообмена листа использовали значения скорости видимого фотосинтеза ( $P_N$ ,  $\text{мкмольCO}_2/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ), суммарного дыхания ( $R_{total}$ ,  $\text{мкмольCO}_2/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ), темнового дыхания ( $R_D$ ,  $\text{мкмольCO}_2/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ), фотодыхания ( $R_{PR}$ ,  $\text{мкмольCO}_2/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ), транспирации ( $E$ ,  $\text{мг H}_2\text{O}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ), устьичной проводимости ( $g_s$ ,  $\text{мм/с}$ ) листа в диапазоне ФАР от 0 до 2000  $\text{мкмоль}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ .

Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием прикладных компьютерных программ Statistica 10 (“Statsoft Inc.”, США) и Microsoft Excel 2010. Для моделирования и сглаживания двумерных данных использованы методы наименьших квадратов и робастной локально-взвешенной регрессии (Statistica 10). Все расчеты осуществляли при заданном уровне значимости  $P \leq 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Оптимальные и ограничивающие условия произрастания данного вида на Южном берегу Крыма можно определить в период интенсивного роста и развития растения – в летнее время (июнь-июль месяцы). Нами была проведена серия опытов по определению роста и развития разных органов растения в различные периоды вегетации (рис1).

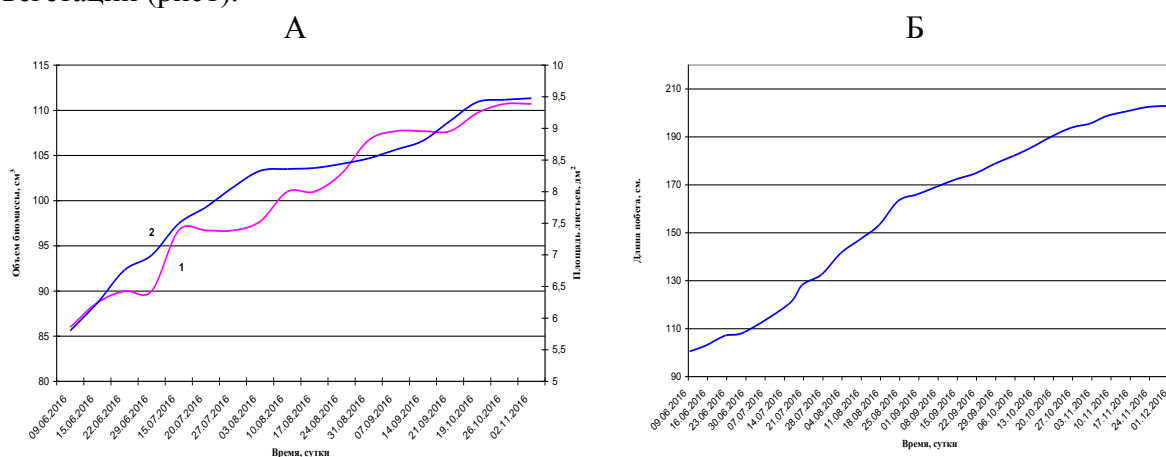


Рис. 1 Рост и развитие разных органов растения в различные периоды вегетации: А – объем биомассы листьев (1) и их площадь(2); Б –рост в длину однолетнего побега

Фенологические наблюдения и биометрические расчеты проводили по методическим указаниям [5]. В июне наблюдался активный рост побегов из пазух листьев на верхушке растения. В конце июня начале июля – начало роста побегов в пазухах листьев отросших в прошлом году и одревеснение стебля в этой части побега. Появились побеги в пазухах отросших молодых листьев. Затем рост различных органов растения замедляется. Из рис.1А видно, что интенсивный рост объема биомассы листьев (1) и их площади (2), наблюдается в июне–июле месяце. Рост площади листьев

прекращается в начале августа и с 03.08. по 07.09. наблюдалось замедление этого процесса с выходом на плато. Объем биомассы листьев в это время также увеличивался и изменяется в зависимости от их оводненности. На рис. 1Б показана динамика роста в длину однолетнего побега. Максимальный рост также наблюдается в июне–июле месяце, затем с 31.08. по 08.11 рост замедляется и после этого выходил на плато. Поэтому для решения поставленной задачи исследования проводились в период активного роста, а при замедлении процессов роста – в сентябре–октябре.

Для выявления зависимостей интенсивности фотосинтеза растений от основных факторов внешней среды ( $T_{в}, ^\circ\text{C}$ ;  $T_{л}, ^\circ\text{C}$  – температура воздуха и листа, соответственно; I-ФАР,  $\text{мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  – фотосинтетически активная радиация;  $D_{в}, \text{кПа}$  – дефицит влажности воздуха), а также интенсивности транспирации –  $E, \text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  была проведена серия опытов в тепличных условиях.

В июне и сентябре – октябре при помощи вышеуказанной приборной базы было проведено, примерно, по 2500 измерений разных параметров, характеризующих различные процессы жизнедеятельности растений и внешней среды.

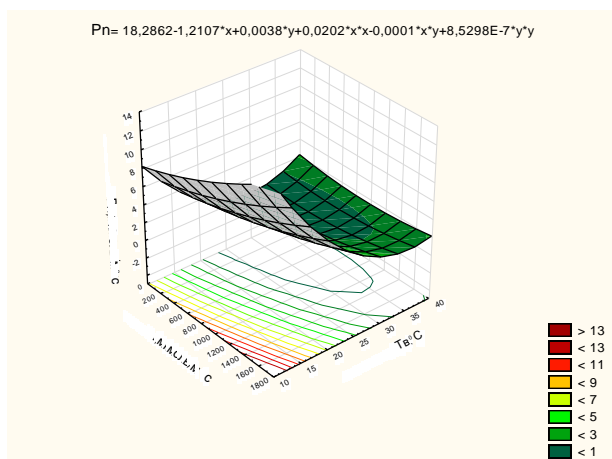
Скорость фотосинтеза быстро реагирует на изменение внешних условий и отражает состояние растения на всех стадиях онтогенеза. Считается, что максимально возможная величина скорости фотосинтеза генетически детерминирована [3, 5]. Полученные данные дают возможность с большей уверенностью интерпретировать их как потенциальную эколого-физиологическую характеристику данного вида.

Анализ литературных данных показал, что соотношение между ростом листа и интенсивностью фотосинтеза наступает чаще всего после завершения формирования листа по площади и биомассе. Это утверждение справедливо как для лиственных вечнозеленых, так и для хвойных растений [9,11].

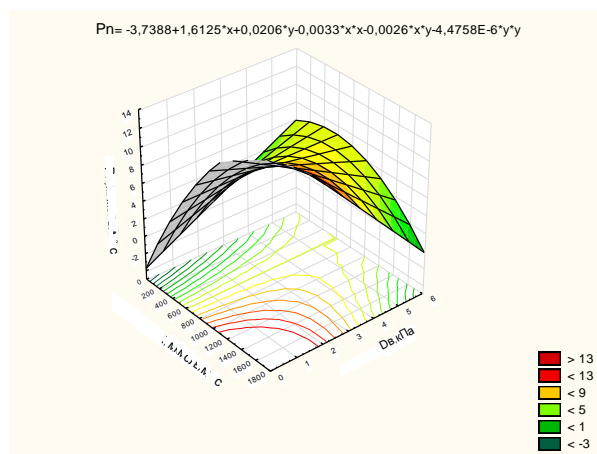
Интенсивность  $\text{CO}_2$ -газообмена является функцией отклика на воздействие вышеуказанных факторов. Поверхности функции отклика  $P_n$ , построенные в координатах XYZ, и 10 проекций срезов этой поверхности плоскостями, перпендикулярными оси Z, позволяют для каждой допустимой комбинации перечисленных выше факторов получить соответствующую этому сочетанию величину фотосинтеза. Наибольший интерес представляет последний срез, выше которого располагается примерно 10% наблюдений в этой области, ограниченной линией проекции среза. Эта область называется зоной оптимума, в нее попадают точки, имеющие значения более 90 % от максимального фотосинтеза. Анализ рассчитанных уравнений позволил определить условия и уровни потенциальных максимумов и границы областей оптимумов фотосинтеза.

На рис. 2 показана поверхность квадратичной функции  $P_n=f(I,T,D)$  и контуры срезов на плоскости. Контур верхнего среза показывает свето-температурные условия потенциальных максимумов и границ оптимумов фотосинтеза  $P_n=f(I,T)$ . Из рис.2А (левая сторона графика) видно, что оптимум фотосинтеза в июне находится при температуре воздуха  $T_{в}=28-32^\circ\text{C}$  ( $T_{в,\text{мак}}=42^\circ\text{C}$ ),  $I=600-1600 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Максимальная скорость фотосинтеза достигает  $P_n=8-12,5 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , в сентябре-октябре (рис.2Б)  $T_{в}=22-27^\circ\text{C}$ ,  $I=400-1050 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ,  $P_n=7-11 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

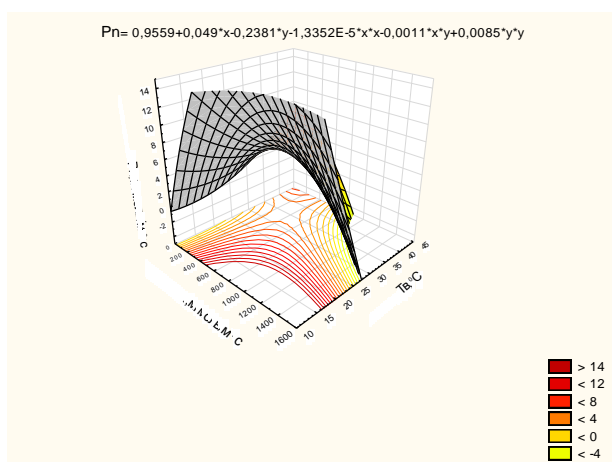
А



А



Б



Б

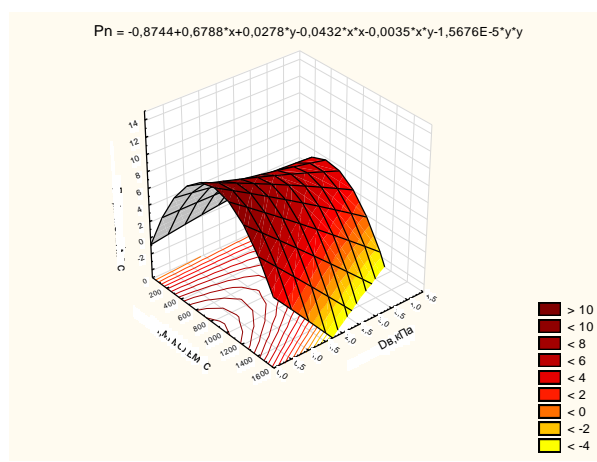
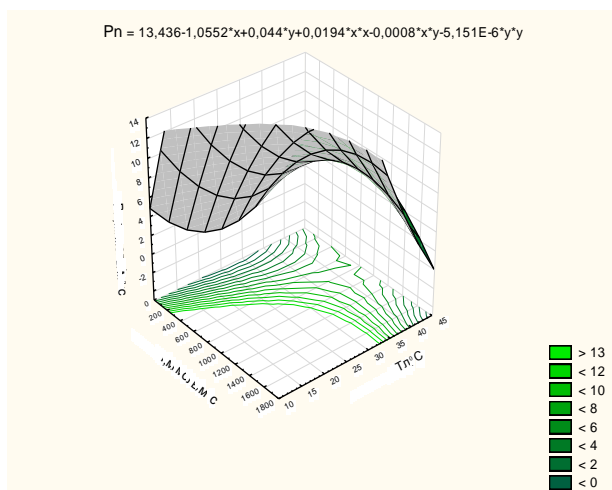


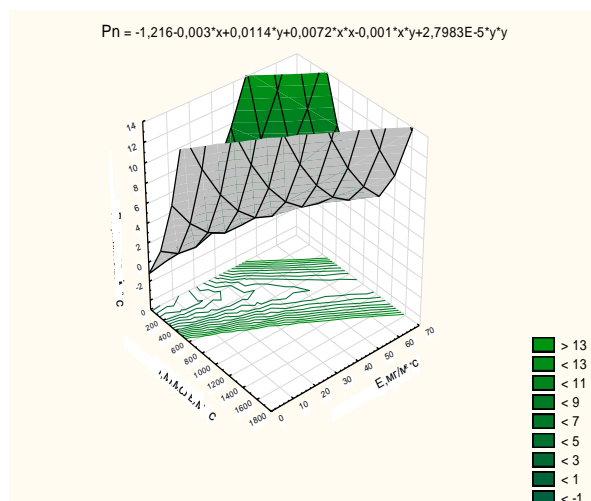
Рис. 2 Поверхность квадратичной функции  $P_n=f(I, T_v)$  – графики слева и  $P_n=f(I, D_v)$  – графики справа: А – июнь, Б – сентябрь – октябрь и контуры срезов на плоскости  $T_v-I$ ,  $D_v-I$ ; вверху графика – численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей (моделей)

Анализ приведенных результатов показывает, что по мере изменения фаз вегетации растения, старения листьев изменяются и температурно-световые оптимумы и интенсивность фотосинтеза. Зависимость  $P_n=f(I, D)$  за эти периоды вегетации показана в правой стороне графика. Оптимум фотосинтеза ( $P_n$ ) в июне (рис.2.А) находится при  $D_v=0,5-3,5$  кПа,  $I=600-1600$  мкмоль/( $m^2 \cdot c$ ) и составляет  $10-11,5$  мкмоль/( $m^2 \cdot c$ ), в сентябре-октябре (рис. 2Б)  $D_v=0,5-2,0$  кПа,  $I=400-10500$  мкмоль/( $m^2 \cdot c$ ),  $P_n=7-10$  мкмоль/( $m^2 \cdot c$ ).

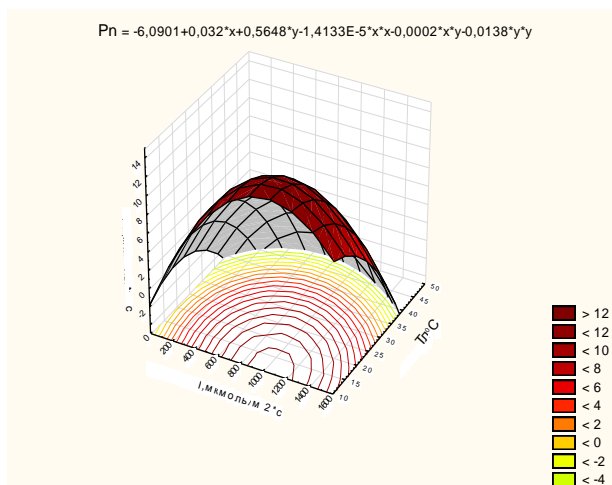
А



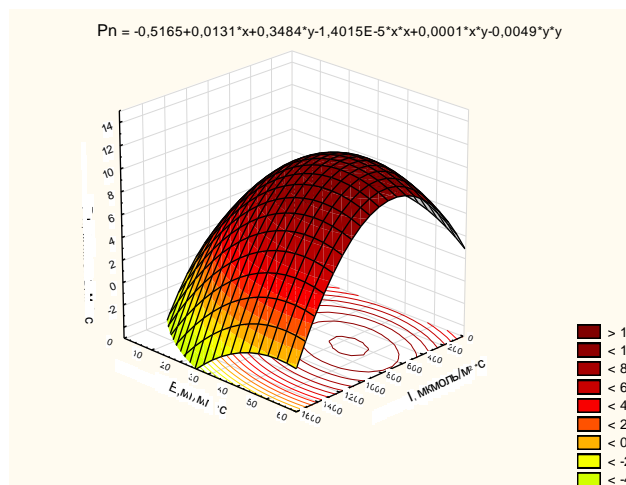
А



Б



Б



**Рис. 3 – Поверхность квадратичной функции  $P_n=f(I, T_{л})$  – графики слева и  $P_n=f(I, E_{л})$  – графики справа; А – июнь, Б – сентябрь – октябрь и контуры срезов на плоскости  $T_{л} - I$ ,  $E_{л} - I$ ; вверху графика – численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей (моделей)**

На рис. 3 показана поверхность квадратичной функции  $P_n=f(I, T_{л}, E_{л})$  и контуры срезов на плоскости. Контур верхнего среза – условия потенциальных максимумов и границ оптимумов фотосинтеза  $P_n=f(I, T_{л})$ . Из рис. 3А (левая сторона графика) видно, что оптимум фотосинтеза в июне находится при температуре листа 25-32°C, ( $T_{л \text{ макс}} = 44^\circ\text{C}$ ),  $I = 600-1600$  мкмоль/( $\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ). Максимальная скорость фотосинтеза достигала  $P_n = 8-12,5$  мкмоль/( $\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ), в сентябре-октябре (рис. 3Б)

$T_{л} = 22-29^\circ\text{C}$ ,  $I = 300-1050$  мкмоль/( $\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ),  $P_n = 7-11$  мкмоль/( $\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ). Оптимальная температура фотосинтеза для большинства растений, у которых фотосинтез идет по  $C_3$ -пути, составляет примерно 22-28°C, а для  $C_4$ -пути – более высокая (35-45°C и выше). При температуре выше оптимальной, интенсивность фотосинтеза резко падает, соответственно понижение температуры также снижает интенсивность фотосинтеза, поскольку тормозится активность ферментов, уменьшается скорость диффузионных процессов, а также отток ассимилятов.

Анализ результатов показал (рис. 3А слева), что для *V. tinus* критическое значение температуры листа равно 33,5°C.

Важную роль во многих процессах, происходящих в листьях растения, играет транспирация. Нами определены зависимости между различными факторами внешней среды и транспирацией, а также оптимумы этого параметра на протяжении периода вегетации. На рис. 3А справа показана поверхность квадратичной функции  $P_n=f(I, E_{л})$  и контуры срезов на плоскости в июне. При  $E_{л}=75-110$  мг/(м<sup>2</sup>·с),  $I=600-1600$  мкмоль/(м<sup>2</sup>·с) максимальная скорость фотосинтеза достигала  $P_n=11,5-12$  мкмоль/(м<sup>2</sup>·с), в сентябре-октябре (рис. 3В)  $E_{л}=30-50$  мг/(м<sup>2</sup>·с),  $I=500-1200$  мкмоль/(м<sup>2</sup>·с),  $P_n=9,5-10,5$  мкмоль/(м<sup>2</sup>·с).

Таблица

**Динамика изменения оптимумов нетто-фотосинтеза, транспирации, температуры листа и факторов внешней среды в течение вегетации**

Измеряемый показатель, единица измерения	Июнь	Сентябрь – Октябрь
$T_{в}$ , °С	28-32	22-27
$D_{в}$ , кПа	0,5-3,5	0,5-2
$I$ , мкмоль/(м <sup>2</sup> ·с)	600-1600	400-1050
$T_{л}$ , °С	25-32	22-29
$E_{л}$ , мг/(м <sup>2</sup> ·с)	75-110	30-40
$P_n$ , мкмоль/(м <sup>2</sup> ·с)	8-12,5	7-11

Динамика изменения оптимумов нетто-фотосинтеза, транспирации, температуры листа и факторов внешней среды в течение определенного периода вегетации показана в таблице (см. таблица).

Из таблицы видно, что оптимальное значение  $P_n$  за июнь – сентябрь-октябрь уменьшилось на 12%, интенсивности транспирации – на 63,64%, температуры воздуха ( $T_{в}$ ) – на 15,7%, дефицита влажности воздуха ( $D_{в}$ ) – на 42,86%, температуры листа ( $T_{л}$ ) – на 9,4%, освещенности ФАР-I – на 34,38%.

### Выводы

В результате исследований выявлены генотипические особенности растений *V. tinus* в поддержании оптимальных эколого-физиологических характеристик в соответствии с условиями среды.

Получены количественные величины оптимальных и пороговых значений экологических факторов, лимитирующих скорость нетто-фотосинтеза *V. tinus* в различные периоды вегетации.

Определение периодов интенсивного роста и развития растения (июнь-июль месяцы) и замедления этих процессов позволило проследить динамику изменения оптимумов нетто-фотосинтеза, транспирации, температуры листа и факторов внешней среды в течение вегетации: оптимальное значение  $P_n$  за июнь – октябрь уменьшилось на 12%, интенсивности транспирации – на 63,64%, температуры воздуха ( $T_{в}$ ) – на 9,4%, дефицита влажности воздуха ( $D_{в}$ ) – на 42,86%, температуры листа ( $T_{л}$ ) – на 15,7%, освещенности ФАР-I – на 34,38%.

Проведенные исследования подтверждают причины этих изменений: изменение фаз вегетации растения (прекращение активного роста), а также старения листьев за время проведения исследований, которые приводят к изменению температурно-световых оптимумов интенсивности фотосинтеза.

При температуре воздуха выше оптимальной, интенсивность фотосинтеза резко падает, соответственно повышение температуры снижает интенсивность фотосинтеза. Для *V. tinus* критической является температура листа 33,5°C.

Результаты исследований могут быть полезны для оптимизации выращивания саженцев в тепличных условиях и высадке их в открытый грунт.

### Список литературы

1. Анненков А.А., Иванов В.Ф., Хохрин А.В., Акимов Ю.А. Методические рекомендации по изыскательским работам для проектирования объектов озеленения в Крыму. – Ялта, 1984. – 26 с.
2. Деревья и кустарники СССР: Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / под ред. С.Я. Соколова. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 1954. – Т. 3. – 871 с.
3. Дроздов С. Н. Влияние света и температуры на нетто-фотосинтез и дыхание *Betula pendula* var. *pendula* и *Betula pendula* var. *carelica* (*Betulaceae*) // Ботанический журнал. – 1995. – Т. 80, № 3. – С. 60–64.
4. Ильницкий О.А., Ушкаренко В.А., Федорчук М.И., Радченко С.С., Бондарчук С.В. Методология и приборная база фитомониторинга // Учебное пособие. – Херсонский государственный аграрный университет. – Херсон, 2012. – 124 с.
5. Кайбеяйнен Э.Л., Пелконен П. Оптимизация фотосинтеза и транспирации у неотделенных листьев ивы на плантациях быстрого возобновления // Физиология растений. – 2007. – Т. 54. – С. 350–355.
6. Клименко Н.И., Палий И.Н. Рост и состояние декоративных растений нижнего яруса арборетума Никитского ботанического сада в зависимости от условий освещенности // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2016. – Вып. 118. – С.51-58.
7. Куликов Г.В. Вечнозеленые лиственные деревья и кустарники // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 1971. – Том 50. – С. 49–76.
8. Методические указания по фенологическим наблюдениям над деревьями и кустарниками при их интродукции на юге СССР / Составители: И.В. Голубева, Р.В. Галушко, А.М. Кормилицын. – Ялта: ГНБС. – 1977. – 25 с.
9. Мокронос А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. – М.: Наука, 1981. – 196 с.
10. Fini A., Ferrini F., Frangi P., Amoroso G., Giordano Growth C. Leaf Gas Exchange and Leaf Anatomy of three Ornamental Shrubs Grown under different Light Intensities // Europ. J. Hort. Sci. – 2010. – 75 (3). – P. 111–117.
11. Larcher W. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups / W. Larcher. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. – 506 p.
12. Maryam I.S. Alkurdi, Jan Supuka, Lubica Feriancová, Mária Bihunová *Viburnum tinus* L. as a new Mediterranean element for central Europe urban landscapes // IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. – 2014. – Volume 7, Issue 6 Ver. I. – P. 50–58.

Статья поступила в редакцию 06.07.2018 г.

**Ilitsky O.A. Dependence of photosynthesis intensity in *Viburnum tinus* L. leaves from environmental factors, leaf temperature, transpiration and their change during the growing season // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – № 128. – P. 92-100.**

The dependence of the net photosynthesis intensity of *V. tinus* by environmental factors, leaf temperature, transpiration, and their change in the course of the growing period are investigated. Functions of photosynthetic response on environmental factors in the three-dimensional coordinate system is in the form of a



convex surface with a peak at the top made it possible obtain numerical coefficients nonlinear regression equations relationships (models) the value of net photosynthesis for *V. tinus* from major environmental factors, and temperature and leaf transpiration. The data make it possible to interpret the photosynthesis rate as potential ecologo-physiological characteristic of the species, which in turn, allows you to compare different types of plants growing under similar conditions, in terms of measured using the same technique. *V. tinus* has a high photosynthetic capacity for acclimatization to the high temperature. When air temperature increases above of optimum value the rate photosynthesis drops sharply. The critical temperature for the leaf is 33.5°C. After stopping of period of active growing during June-October, the maximal size of speed of net-photosynthesis went down on 12%, transpiration intensity by 63.64%, temperatures of leaf - by 9.4%. Thus by comparison to June in September-October temperature-light optimums were displaced toward lowering: temperatures of air by 15.7%, deficit of humidity of air by 42.86%, and light PAR by 34.38%.

**Key words:** *Viburnum tinus* L.; rate of net photosynthesis; light-temperature optima; ecologo-physiological characteristic

УДК 551.583:551.588(477.75)

DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.13

## АНАЛИЗ ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Светлана Павловна Корсакова

Никитский ботанический сад – Национальный Научный центр РАН  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
E-mail: Korsakova2002@mail.ru

В статье описывается анализ временной изменчивости показателей теплообеспеченности вегетационного периода на Южном берегу Крыма за период 1930 – 2017 гг. Рассмотрены временные изменения аномалий дат устойчивого перехода температуры воздуха через 5, 10, 15, 20°C. Основное внимание уделено анализу многолетней динамики аномалий сумм активных и эффективных температур воздуха за периоды с такими температурами.

**Ключевые слова:** климат; температурный режим; временная изменчивость

### Введение

Анализ работ, посвященных проблеме глобального потепления, показал, что изменение климата неоднородно как в пространстве, так и во времени [5, 6, 13]. В связи с этим в последние годы значительно возрос интерес к межгодовым длительным колебаниям климата на региональном и локальном уровне. Именно такой подход позволяет выявить и проанализировать локальные проявления глобального изменения климата, оценить воздействия этих изменений на экосистемы и все отрасли народного хозяйства, эффективно реагировать и наиболее рационально использовать климатический потенциал территории при планировании путей формирования устойчивого развития конкретного региона.

Температура воздуха является интегрирующим фактором природно-климатических особенностей того или иного региона [9]. Сроки перехода температуры через 0, 5, 10, 15 и 20°C определяют границы теплого и вегетационного периодов, а их продолжительность – важнейшие показатели теплообеспеченности при оценке биоклиматического потенциала территории [1, 2]. Особенности проявления и тенденции динамики дат перехода температур через эти пороговые значения позволяют исследовать нестационарность климатических изменений в годовом ходе [11, 12].

Кроме дат перехода и продолжительности периода, информативной характеристикой тепловых ресурсов территории является показатель суммы