

УДК 582.632:581.132:581.52

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА *NERIUM OLEANDER L.* И *LAURUS NOBILIS L.* ОТ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ (ТВ, I-ФАР, ДВОЗ.), ТЕМПЕРАТУРЫ ЛИСТЬЕВ, ТРАНСПИРАЦИИ И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ХОДЕ ВЕГЕТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮБК

Олег Антонович Ильницкий

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
Initsky.oleg@rambler.ru

Изучена динамика изменения оптимумов нетто-фотосинтеза, транспирации, температуры листа и факторов внешней среды на протяжении периода вегетации (август-октябрь 2016).

Оптимальное значение P_n для *Laurus nobilis L.* за время август-октябрь уменьшилось на 21%, интенсивности транспирации на 40%, температуры воздуха на 16%, дефицита влажности воздуха на 87,14%, температуры листа на 26% и освещенности на 17,8%. Для *Nerium oleander L.* P_n за это время уменьшилось на 51,73%, интенсивности транспирации - на 78%, температуры воздуха - на 17%, дефицита влажности воздуха на 89,14%, температуры листа на 28,58% и освещенности на 31,58%.

Установлено, что при температуре воздуха выше оптимальной интенсивность фотосинтеза резко падает, для *Nerium oleander L.* она равна 36,5°C, для *Laurus nobilis L.* она равна 32 °C.

Широкий спектр их экологической пластичности при дальнейшем сохранении тенденции потепления и аридизации климата, делает их конкурентоспособными с видами, имеющими небольшую экологическую амплитуду. Полученная информация является важной потенциальной характеристикой данных видов при создании их эколого-физиологических паспортов.

Ключевые слова: *Nerium oleander L.*; *Laurus nobilis L.*; интенсивность видимого фотосинтеза; температурно-световые оптимумы; фитомониторинг; эколого-физиологическая характеристика

Введение

При сохранении естественной растительности, так и при закладке новых и реконструкции существующих зеленых насаждений [1,7] особое внимание необходимо уделять растениям, которые находятся в условиях микроклимата, формируемого окружающей средой [4]. Для подбора таких видов необходимо изучение различных процессов их жизнедеятельности в условиях их произрастания на ЮБК.

Из множества различных видов растений в своих исследованиях мы взяли вечнозеленые виды *Nerium oleander L.* и *Laurus nobilis L.*

Целью работы являлось исследование зависимостей интенсивности фотосинтеза от факторов внешней среды - температуры и дефицита влажности воздуха, фотосинтетической солнечной радиации, а также интенсивности транспирации и температуры листьев, позволяющих определить оптимальные и ограничивающие условия их произрастания в различных регионах ЮБК.

Объекты и методы исследований

Работа проводилась в июне-октябре 2016г. на территории центрального отделения ФГБУН «НБС-ННЦ, участок «Лавровое». Объектами исследований являлись четырехлетние саженцы *Nerium oleander L.* и *Laurus nobilis L.* растущие в вегетационных сосудах объемом 10 л.

Интенсивность CO_2 -газообмена листьев с 3-кратной повторностью определяли на сформированных молодых интактных листьях верхней части побега каждые 15-20 мин с помощью автоматической 4-канальной системы открытого типа для мониторинга CO_2 обмена и транспирации листьев «Монитор фотосинтеза РТМ-48А» (Bioinstruments S.R.L., Молдова) [8] при естественной концентрации CO_2 в воздухе 0.03-0.04%..

Фотосинтетически активную радиацию (ФАР) и другие параметры окружающей среды – температуру (°C) и влажность воздуха (%), измеряли датчиками Метео-модуля RTH-48, подключенного к цифровому входу системы РТМ-48А; температуру листа (°C) – датчиком температуры листа LT-1P, влажность почвы (%) – датчиком SMS-5M, подключенным к аналоговым входам РТМ-48А.

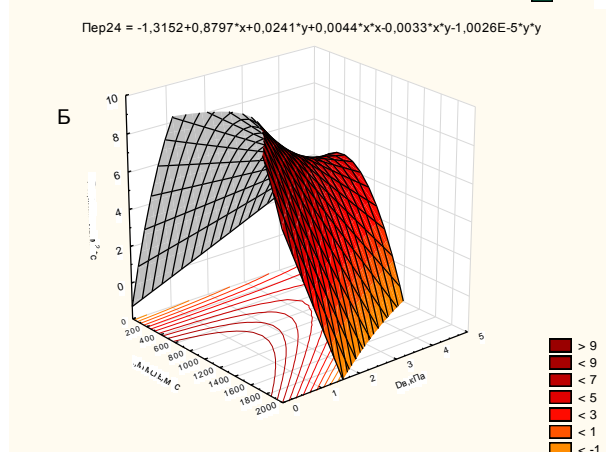
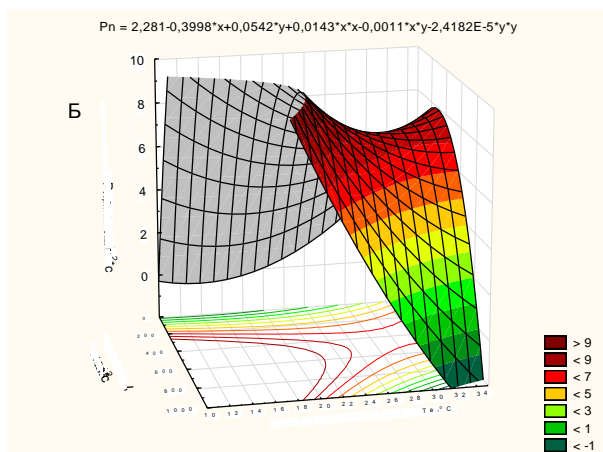
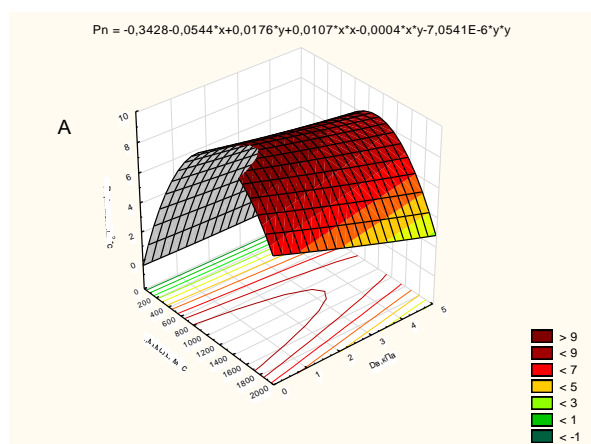
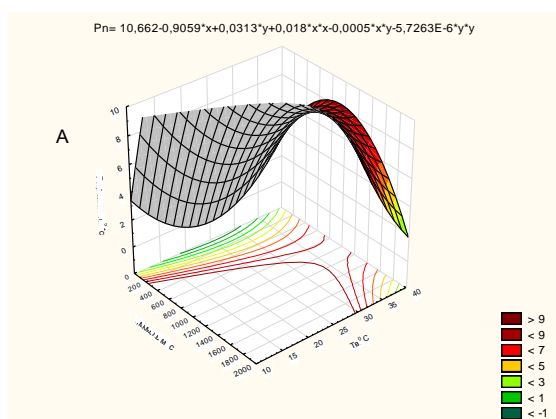
Статистическую обработку данных проводили в программах Statistica 10 (“Statsoft Inc.”, США) и Microsoft Excel 2010. Все расчеты осуществляли при заданном уровне значимости $P \leq 0.05$.

Результаты и обсуждение

Для выявления зависимостей интенсивности фотосинтеза изучаемых видов от основных факторов внешней среды (температуры воздуха, фотосинтетически активной радиации, дефицита влажности воздуха), а также температуры листа и интенсивности транспирации нами была проведена серия опытов с регистрацией этих параметров.

CO_2 -газообмен 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.

Анализ рассчитанных уравнений позволил определить условия и уровни потенциальных максимумов и границы областей оптимумов фотосинтеза [2,6]. За зону оптимума принимали условия среды, обеспечивающие интенсивность газообмена выше 90% от максимального.



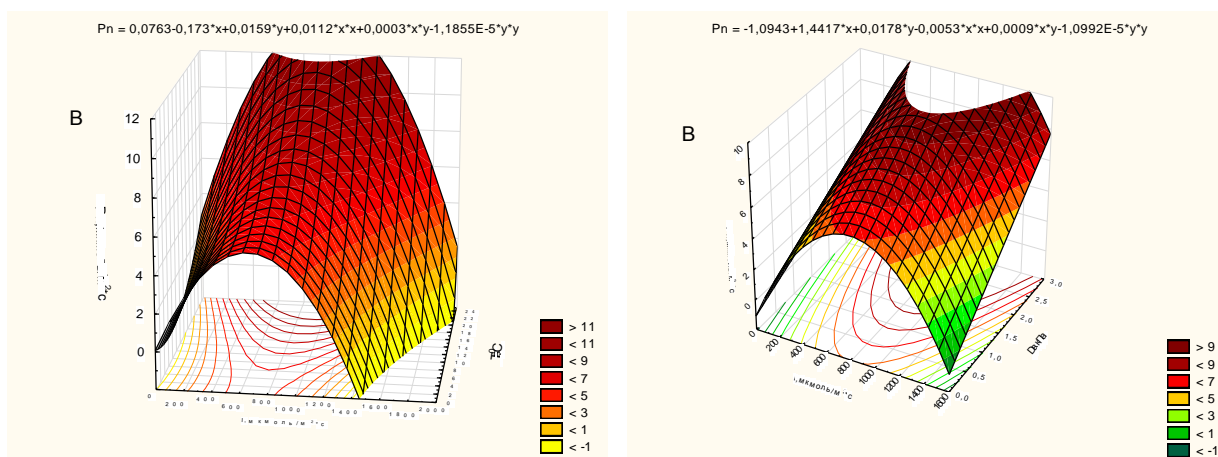


Рис. 1 Поверхность квадратичной функции $P_n=f(I,T,D)$ – графики слева и $P_n=f(I,D)$ – графики справа, где: А– август, Б–сентябрь, В–октябрь месяцы и контуры срезов на плоскости T_v-I , D_v-I . Вверху графика – численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей (моделей)

На рис. 1 показана поверхность квадратичной функции $P_n=f(I,T,D)$ и контуры срезов на плоскости для *Laurus nobilis* L. Анализ рассчитанных уравнений позволил определить условия и уровни потенциальных максимумов и границы областей оптимумов фотосинтеза (рис.1, таблица 1).

На рис.1А,Б,В (левая сторона графика) приведены оптимумы фотосинтеза $P_n=f(I,T)$: в августе (рис.1А) $T_v=18-25^{\circ}\text{C}$, $I=900-1800\text{мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$. $P_n=9,5-11\text{кмоль/м}^2\cdot\text{с}$.

В сентябре (рис. 1Б) эти значения равнялись: $T_v=19-24^{\circ}\text{C}$, $I=700-1600\text{мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$.

$P_n=8-10\text{кмоль/м}^2\cdot\text{с}$. соответственно. В октябре (рис.1В) – $T_v=13-21^{\circ}\text{C}$, $I=400-1200\text{мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$, $P_n=7,5-10\text{кмоль/м}^2\cdot\text{с}$.

На рис. 1 (правая сторона графика) показаны оптимумы фотосинтеза в августе, сентябре, октябре в зависимости от дефицита влажности воздуха– $P_n=f(I,D)$.

Таблица 1

Динамика изменения оптимумов нетто-фотосинтеза, транспирации, температуры листа *Laurus nobilis* L. и факторов внешней среды на протяжении периода вегетации (август–октябрь 2016)

Измеряемый параметр, единица измерения	Время измерения, дата		
	Август, 09-13	Сентябрь, 12-16	Октябрь, 25-27
$T_v,^{\circ}\text{C}$	18-25	19-24	13-21
$D_v,\text{кПа}$	0,15-1,3	0,95-1,4	1,15-2,1
$I,\text{мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$.	900-1800	750-1600	450-1300
$T_l,^{\circ}\text{C}$	21-27	20-26	17-20
$E_l,\text{мг/м}^2\cdot\text{с}$	25-30	22-28	13-18
$P_n,\text{мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$.	9,5-12	9-10	8,5-9,5

В таблице 1 показана динамика изменения оптимумов нетто-фотосинтеза, транспирации, температуры листа *Laurus nobilis* L. и факторов внешней среды на протяжении периода вегетации (август–октябрь 2016).

Результаты измерений показывают, что оптимальное значение P_n за время август–октябрь уменьшилось на 21%. При этом оптимальное значение интенсивности транспирации за это время уменьшилось на 40%, температуры воздуха T_v – на 16%, дефицита влажности воздуха D_v – на 87,14%, температуры листа T_l – на 26% и освещенности ФАР I – на 17,8%.

Для *Nerium oleander* L. (таблица 2) показана динамика изменения оптимумов нетто–фотосинтеза, транспирации, температуры листа и факторов внешней среды на протяжении периода вегетации (август–октябрь 2016).

Результаты измерений показывают, что оптимальное значение P_n за время август–октябрь уменьшилось на 51,73%. При этом оптимальное значение интенсивности транспирации за это время уменьшилось на 78%, температуры воздуха T_v – на 17%, дефицита влажности воздуха D_v – на 89,14%, температуры листа T_l – на 28,58% и освещенности ФАР I – на 31,58%.

Анализ полученных результатов показывает, что по мере изменения периода вегетации изучаемых видов с августа по октябрь, климатических условий, старения листьев изменяются и температурно–световые оптимумы интенсивности фотосинтеза.

Таблица 2

Динамика изменения оптимумов нетто–фотосинтеза, транспирации, температуры листа *Nerium oleander* и факторов внешней среды на протяжении периода вегетации (август–октябрь 2016)

Измеряемый параметр, единица измерения	Время измерения, дата		
	Август, 09-13	Сентябрь, 12-16	Октябрь, 25-27
$T_v, ^\circ\text{C}$	19-26	20-25	14-21
$D_v, \text{кПа}$	0,15-1,2	0,75-1,3	1,25-2,0
$I, \text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$	800-1900	700-1600	400-1300
$T_l, ^\circ\text{C}$	23-28	22-27	18-20
$E_l, \text{мг/м}^2 \cdot \text{с}$	70-100	25-30	16-22
$P_n, \text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$	26-29	12-15	11,5-14

Установлено, что при температуре воздуха выше оптимальной интенсивность фотосинтеза резко падает. Анализ результатов наших исследований показал, что для *Nerium oleander* L. она равна 36,5°C, для *Laurus nobilis* L. она равна 32 °C [5].

Результаты исследований получены при помощи методологии и современной приборной базы фитомониторинга [3].

Выводы

Изучаемые виды имеют различные уровни потенциальных максимумов фотосинтеза и границы их областей, а также динамику изменения этих параметров на протяжении периода вегетации.

Nerium oleander L. обладает более высоким пороговым значением к повышенной температуре воздуха по сравнению с *Laurus nobilis* L., что свидетельствует о его высокой термоустойчивости.

Исследования показали, что генотипически детерминированная широкая норма реакции для *Nerium oleander* L. и *Laurus nobilis* L. на изменение светового режима, позволяет характеризовать их как растения с подвижным метаболизмом и высоким адаптивным потенциалом. Обильное размножение и произрастание в условиях ценотического взаимодействия особенно характерно для *Laurus nobilis* L.

Широкий спектр их экологической пластичности при дальнейшем сохранении тенденции потепления и аридизации климата, обеспечивает высокую степень натурализации данных видов на Южном берегу Крыма и делает их конкурентоспособными с видами растений, имеющими небольшую экологическую амплитуду. Полученная информация является важной потенциальной характеристикой данных видов при создании их эколого-физиологических паспортов.

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. Дроздов С.Н., Холопцева Е.С. Возможности использования многофакторного эксперимента в исследовании эколого-физиологических характеристик растений / С. Н. Дроздов, Е. С. Холопцева // Ученые зап. Петр.ГУ. – 2013. – № 2 (131). – С. 11–15.
3. 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.
4. Лархер В. Экология растений. – М.: Мир, 1978. – 184 с.
5. Badger M.R., O. Björkman and P.A. Armond An analysis of photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants: temperature acclimation in the desert evergreen *Nerium oleander* L. // Plant Cell Environ. – 1982. – № 5 – P. 85–99.
6. Larcher W. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. – 506 p.
7. Miyazawa S.-I., Terashima I. Slow Development of Leaf Photosynthesis in an Evergreen Broad-Leaved Tree, *Castanopsis sieboldii*: Relationships between Leaf Anatomical Characteristics and Photosynthetic Rate // Plant Cell Environ. – 2001. – V. 24. – P. 279–291.
8. PTM-48A Photosynthesis Monitor // Phyto-Sensor Group. URL: <http://phyto-sensor.com/PTM-48A.en> (дата обращения: 22.02.2017).

Статья поступила в редакцию 14.11.2017 г.

Ilitsky O.A. The dependence of intensity of photosynthesis in *Nerium oleander* L. and *Laurus nobilis* L. on environmental factors (Ta, I-PAR., Da.), leaf temperature, transpiration and their changing during the growing season under the conditions of the Southern Coast of the Crimea // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 109–113.

The dynamics of change of optimum net - a photosynthesis, a transpiration, temperature of a leaf and factors of an external environment throughout the period of vegetation (August-October, 2016) was studied.

Best value of Pn for *Laurus nobilis* L. during August-October period decreased by 21%, intensity of a transpiration for 40%, air temperature for 16%, an air humidity deficit for 87,14%, leaf temperature for 26% and illuminance for 17,8%. For *Nerium oleander* Pn during this time it decreased by 51,73%, intensity of a transpiration - for 78%, air temperatures - for 17%, an air humidity deficit for 89,14%, leaf temperature for 28,58% and illuminance for 31,58%.

It was determined that if air temperature was above optimum the intensity of a photosynthesis sharply fell, for N. oleander it was equal to 36,5 °C, for L. nobilis it was equal to 32 °C.

The wide range of their ecological plasticity with further saving a tendency of warming and climate aridization makes them competitive with the types having small ecological amplitude. The acquired information is an important potential characteristic of these types during creation of their ekologo-physiological passports.

Key words: *Nerium oleander* L.; *Laurus nobilis* L. intensity of a visible photosynthesis; temperature and luminous optimum; phytomonitoring; ekologo-physiological characteristic