

Влияние антропогенных аэроионных воздействий на фотосинтез  
*Tradescantia fluminensis* Vell.

Г.Л.Спичкин, К.В.Воробьев, М.П.Федоров  
Санкт-Петербургский государственный  
политехнический Университет  
О.В. Войцеховская  
Ботанический Институт им. В. Л. Комарова РАН

Введение

Воздействие фотосинтезирующих автотрофных организмов, в том числе и высших растений на газовый состав атмосферы трудно переоценить. Именно они создали современную обогащенную кислородом атмосферу. Следует также отметить тот, обычно забываемый факт, что, в основном, именно высшие растения в течение второй половины канозойской эры, особенно, в антропогене оказывали огромное влияние на эволюцию вида *Homo Sapiens*. В данном случае можно уверенно говорить о совместной эволюции определенного количества тропических семейств покрытосемянных с высшими гоминидами, среди которых безусловно присутствовали предки современного человека.

Поэтому нет ничего удивительного в том, что на данном этапе развития цивилизации человек пытается в какой-то мере восстановить свою естественную среду обитания как в окружающей природе, так и внутри своего жилища за счет восстановления естественного фитогенного визуального и звукового окружения, повышения качества воздуха помещений за счет снижения концентрации углекислого газа и повышения концентрации кислорода, выделения аттрактантов различной химической природы, обладающих чаще всего приятным запахом и привлекающих опылителей и переносчиков семян, выделения биологически активных веществ, которые обладают бактерицидными и фунгицидными свойствами (фитонциды).

В попытке человека воссоздать естественную среду обитания внутри жилища большую роль играют комнатные растения. При выращивании комнатных растений обычно совершенно игнорируется тот важнейший факт, что в природе растения очень редко существуют по отдельности. Обычно растения осуществляют свою жизнедеятельность в составе сообществ, состоящих из разных видов, именно такие условия обеспечивают наиболее адекватные условия существования растений.

В то же время создание естественных фитосообществ в урбосистемах, которыми являются жилища человека, практически невозможно, поэтому в работе были использованы специально созданные аппаратно — биологические комплексы. Данные комплексы позволяют подойти к адекватному моделированию условий существования сообщества растений в домашних условиях □ □ □

Для повышения интенсивности функционирования в качестве «природных кондиционеров» воздуха помещений растения, входящие в состав комплексов, подвергаются искусственному освещению, в определенной степени имитирующему и дополняющему естественное освещение.

В состав аппаратно-биологических комплексов входит генератор биполярных аэроионов, поэтому растения в составе комплексов могут подвергаться воздействию отрицательных и положительных аэроионов, концентрации которых могут существенно превышать концентрации аэроионов, характерных для естественных природных условий.

**Целью** настоящей работы является экспериментальное определение характеристик видимого фотосинтеза растений традесканции (*Tradescantia fluminensis* Vell.) в условиях различной интенсивности искусственной освещенности и ионизации воздуха.

Традесканция была выбрана не случайно. Традесканция очень неприхотлива, при хорошей подкормке быстро размножается и увеличивает зеленую массу, хорошо развивается при самом разнообразном освещении (выдерживает прямые лучи солнца, но хорошо растет и в полутени), предпочитает технологичный нижний полив, достаточно декоративна. Традесканция эффективно поглощает газовые загрязнители, интенсивно выделяет кислород и фитонциды □ □ □ □ □

При исследовании процессов фотосинтеза ставилась **задача** сравнить скорость видимого фотосинтеза растений традесканции в условиях искусственного освещения в отсутствие воздействия аэроионов, и при воздействии на растения аэроионами отрицательной полярности,

положительной полярности, а также, смесью аэроионов положительной и отрицательной полярности.

### **Материал и методика**

Шестнадцать растений, использовавшихся в экспериментах, были получены черенкованием однолетних побегов одного исходного растения и представляли собой однородный материал.

Для экспериментов была использована герметичная камера объемом 300 л, изготовленная из полированной нержавеющей стали. Лицевая панель камеры выполнена из прозрачного органического стекла, обеспечивающего пропускание света в видимом спектральном диапазоне не менее 98%. Для обеспечения перемешивания воздуха в камере устанавливался малогабаритный вентилятор. При включении вентилятора подвижность воздуха в камере составляла 0,5 - 1 м / с. В испытательную камеру устанавливались традесканции в количестве 8 штук. Другие 8 растений представляли собой контрольную группу, которая не подвергалась экспериментальным воздействиям. Для искусственного освещения растений устанавливались светильники, расположенных снаружи камеры. В светильниках использовались люминесцентные энергосберегающие лампы. В спектр излучения ламп входит область 400 – 700 нм, имеющая наибольшее значение для жизнедеятельности растений, которая называется областью ФАР (фотосинтетически активная радиация). Листья растений освещались с варьируемой интенсивностью 14 – 90 ед. ФАР (примерно 1000 – 7000 люкс).

Для исследования влияния ионизированного воздуха на растения воздух испытательной камеры насыщали отрицательными аэроионами, положительными аэроионами или смесью отрицательных и положительных аэроионов в концентрации от 50 000 до 200 000 ионов/ см<sup>3</sup>, соответственно. Генерация аэроионов осуществлялась непосредственно в камере при прохождении потока воздуха, формируемого вентилятором, через зону разряда коронного типа.

Измерения видимого фотосинтеза.

Для измерения скорости видимого фотосинтеза растений используются инфракрасные газоанализаторы, позволяющие определять разницу в концентрациях углекислого газа в атмосферном воздухе и в газовой смеси, которая формируется в рабочей камере газоанализатора, расположенной на поверхности листа растения. Данный тип измерений намного более точен, чем измерение выделяемого кислорода, в связи с различным фоновым содержанием в воздухе углекислого газа и кислорода (около 0,03 % и 21 %, соответственно). В настоящей работе был использован переносной газоанализатор фирмы ADC Bioscientific Ltd. Co, UK, (модель LCA – 4). В рабочей камере данного прибора определяется поглощение углекислого газа поверхностью листа площадью 0,625 см<sup>2</sup>. Замеры поглощения углекислого газа проводились не менее, чем для пяти различных листьев, находящихся при одинаковой освещенности, каждого из помещенных в испытательную камеру растений, после чего результаты измерений усреднялись. Для полученных усредненных значений определялся их доверительный интервал.

### **Результаты**

На рисунке 1 представлены данные о влиянии аэроионов отрицательной полярности на опытные традесканции с экспозицией аэроионного воздействия 30 минут и 1 час.

Синим цветом выделены контрольные растения, а красным – растения, подвергавшиеся аэроионному воздействию. Контрольные и опытные растения находились в одинаковых условиях, в том числе, в условиях одинаковой освещенности. В результате проведенного эксперимента была выявлена достоверная тенденция в усилении поглощения углекислого газа опытными, подвергавшимися аэроионному воздействию растениями по сравнению с контрольными растениями при экспозиции 30 минут – листья опытных растений поглощали углекислый газ в среднем на 40 % интенсивнее, чем листья контрольных растений.

При экспозиции 1 час данная тенденция нивелировалась.

Следует отметить, что снижение интенсивности биологического процесса при длительном антропогенном воздействии является достаточно распространенным явлением, поскольку в процессе усиления активности происходит снижение количества субстрата и низкомолекулярных коферментов [ 6 ]. Подобные процессы, возможно, имеют место и в данном случае.

В дальнейшей работе была исследована скорость видимого фотосинтеза при увеличении концентрации отрицательных аэроионов в испытательной камере и увеличении срока экспозиции (рисунок 2).

Проведенные исследования не выявили достоверных различий в активности фотосинтеза между контрольными и опытными растениями, подвергавшимися продолжительному и

интенсивному воздействию аэроионами отрицательной полярности, что подтверждает предположение о расходе субстратов.

Следующим этапом работ было исследование продолжительного и интенсивного воздействия аэроионов положительной полярности на характеристики фотосинтеза опытных растений традесканции. Результаты экспериментов представлены на рисунке 3.

В результате проведенных исследований была выявлена достоверная тенденция к увеличению интенсивности поглощения углекислого газа при продолжительном и интенсивном воздействии на растения аэроионами положительной полярности.

При продолжительном воздействии (2 часа) на растения смесью аэроионов положительной и отрицательными полярности в диапазоне концентраций аэроионов от 50 000 до 200 000 ионов/см<sup>3</sup> достоверные различия в поглощении углекислого газа опытными и контрольными растениями выявлены не были.

При всех видах воздействия в исследованном диапазоне концентраций аэроионов и продолжительностей воздействия изменение, в частности, ухудшение декоративности листьев опытных растений *Tradescantia fluminensis* Vell. обнаружено не было.

### **Обсуждение.**

Аэроионные воздействия на растения, находящиеся в помещении, моделируют состояние естественной воздушной среды и дают возможность регулировать процессы фотосинтеза, увеличивая их интенсивность.

Следует отметить, что активизация данных процессов достаточно кратковременна и, скорее всего, носит циклический характер, что является следствием биохимических процессов, происходящих в хлорофилоносных тканях растений □ □, □ □ □ □ □

Механизмы, лежащие в основании процессов регуляции активности фотосинтеза, являются достаточно сложными и, безусловно, требуют дальнейшего изучения. Можно предположить, что большое влияние в данном случае оказывают изменения мембранных потенциалов, вызываемые использованием аэроионов различной полярности.

Известно, что процессы фотосинтеза, в частности, световая фаза напрямую связана с изменением разницы потенциалов на мембранах тилакоидов □ □, □ □ □ □ □

Исследование влияния ионизированного воздуха на состояние процессов фотосинтеза представляется весьма важным, поскольку содержание комнатных растений в условиях активных антропогенных воздействий (например, содержание в производственных или офисных помещениях) изучено достаточно слабо. Чаще всего растениям в помещениях отводится роль элементов дизайна. В то же время комнатные растения при специальном подборе абиотических факторов в воздушной среде помещения способны выполнять очень важную роль биогенных фильтров и увлажнителей, повышающих качество воздуха.

### **Выводы**

Исследовано влияние аэроионных воздействий на фотосинтетический газообмен растений *Tradescantia fluminensis* Vell.

Обнаружено, что растения хорошо переносят воздействия аэроионов отрицательной и положительной полярности и их смесей, как минимум, в концентрациях до 200 000 ионов/см<sup>3</sup> при продолжительности воздействия до 2 часов; при этом их фотосинтетическая активность не падает ниже начального уровня.

Для кратковременного повышения интенсивности фотосинтетического газообмена растений на них можно воздействовать аэроионами отрицательной полярности, при этом длительность воздействия аэроионами отрицательной полярности не должна превышать 30 минут.

Повышение фотосинтетической активности при воздействии на растения аэроионами положительной полярности сохраняется при более продолжительных воздействиях, как минимум, при продолжительности воздействия 2 часа.

Изменение декоративности листьев опытных растений *Tradescantia fluminensis* Vell. при аэроионном интенсивном воздействии не наблюдается.

### **Литература**

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.// Биология (пер. с англ. Под ред. Р. Сопера). М., Мир, . 1990. Т. 1. С. 322.

2. Николос Д. // Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию. М., Мир, 1985. С. 146.
3. Рубин А.Б., Пытьева Н.Ф., Ризниченко Г.Ю. // Кинетика биологических процессов. М. 1977. С. 327.
4. Спичкин Г.Л., Воробьев К.В., Замараева В.С., Федоров М.П.// "Аппаратно-биологический комплекс". Патент на полезную модель № 68310, 2007
5. Цыбуля Н.В., Фершалова Т. Д. // Фитонцидные растения в интерьере. Оздоровление воздуха с помощью растений. Новосибирское книжное издательство. Новосибирск. 2000. С. 111.
6. Duddington C.L. // Evoluuyion in plant design. London. 1969. p. 304.
7. Wiel H. J., Lebret E., Lingen W. K. // Man and His Ecosys-tem: Proc. 8th World Clean Air Congress, Amsterdam/ 1989. Vol. 1. p. 193-198.

## РИСУНКИ К СТАТЬЕ

### Влияние антропогенных аэроонных воздействий на фотосинтез *Tradescantia fluminensis* Vell.

Авторы: Г.Л.Спичкин, К.В.Воробьев, М.П.Федоров, О.В. Войцеховская

Скорость видимого фотосинтеза листьев традесканции до воздействия аэроонами отрицательной полярности и спустя 30 минут и 1 час после воздействия

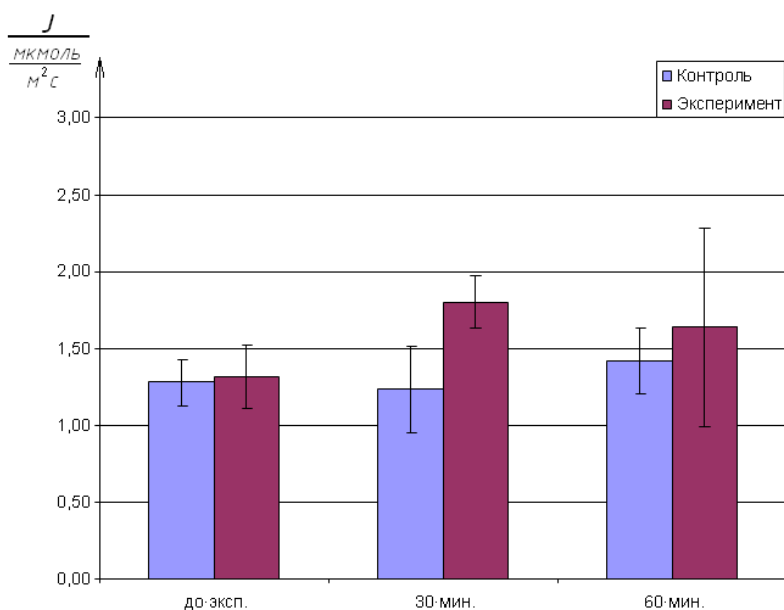


Рис. 1.

Концентрация отрицательных аэроонов – 50 000 ионов/ см<sup>3</sup>, освещенность – 7000 люкс (около 90 единиц ФАР)

Скорость видимого фотосинтеза листьев традесканции до воздействия аэроионами отрицательной полярности и спустя 2 часа после воздействия

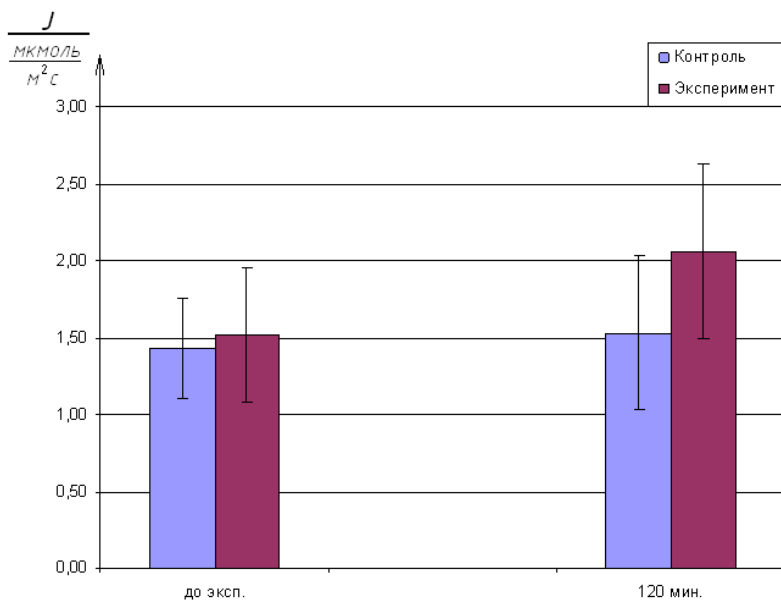


Рис. 2

Концентрация отрицательных аэроионов – 200 000 ионов/см<sup>3</sup>, освещенность – 7000 люкс

Скорость видимого фотосинтеза листьев традесканции до воздействия аэроионами положительной полярности и спустя 2 часа после воздействия

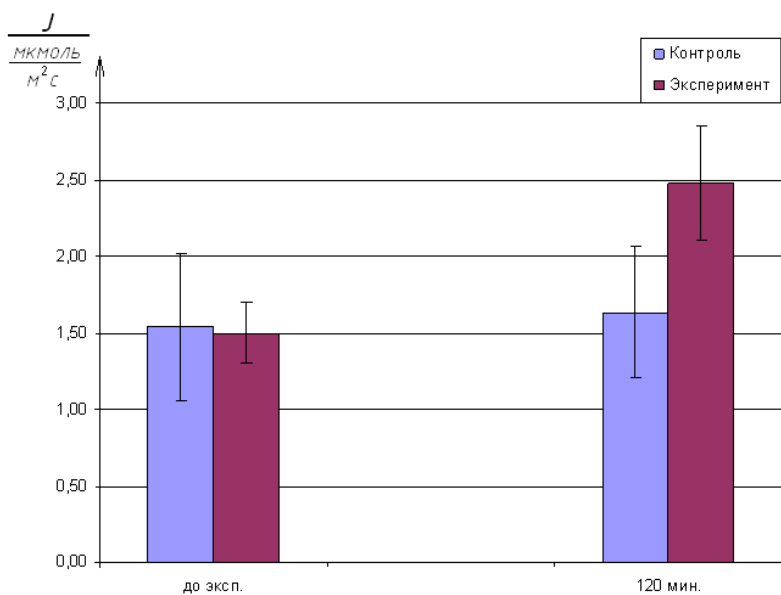


Рис. 3.

Концентрация положительных аэроионов – 200 000 ионов/см<sup>3</sup>,

освещенность – 7000 люкс