



DOI 10.21178/2079-6080.2024.2.17
УДК 581.132.2

Количественные оценки суточной динамики секвестрации углерода ювенильными растениями березы, тополя и сосны обыкновенной

© П.М. Евлаков¹, К.В. Жужукин¹, Т.А. Гродецкая¹, А.В. Константинов²

Quantitative estimates of the daily dynamics of carbon sequestration by juvenile plants of birch, poplar and Scots pine

P.M. Evlakov, K.V. Zhuzhukin, T.A. Grodetskaya, A.V. Konstantinov (Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov; Federal Budgetary Institution "St. Petersburg Research Institute of Forestry")

In conditions of increased anthropogenic load and changes in carbon dioxide content, the importance of determining photosynthetic characteristics and selecting the most valuable forest plantations has increased. Carbon assimilation by forest crops is critical for mitigating ongoing climate change, as trees store a significant amount of carbon. This article discusses an experimental study on the daily photosynthetic activity of three woody plants: *Betula pendula* L. var. 'Uglyancheskaya 1', *Populus deltoides* Marsh. × *P. balsamifera* L. 'E.s.-38' ('Voronezh giant') and *Pinus sylvestris* L. To measure the rate of carbon dioxide absorption by leaves in vivo, we used a portable plant gas exchange measurement system, CI-340 (CID Bioscience, USA). This system allows us to evaluate several photosynthetic parameters in real-time. Experiments to study the daily dynamics of carbon dioxide gas exchange were conducted during the growing season in 2023. A comparative analysis of changes in photosynthesis and the flux of photosynthetically active radiation for birch plants revealed their positive correlation. The dependence has a parabolic form with a maximum of photosynthesis at 10 hours ($27.1 \pm 2.40 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$). According to the nature of the daily course of photosynthetic assimilation of CO_2 in the intersectional poplar hybrid 'E.s.-38' ("Voronezh giant"), there are no significant differences with similar dynamics in the fast-growing silver birch variety 'Ug.-1'. If in fast-growing tree species such as poplar and birch, the rate of photosynthesis reaches a maximum during morning hours and then decreases,

while in a representative coniferous species like Scots pine a different course of daily dynamics is established. During the time period between 7 and 13 hours, the parameters of carbon dioxide gas exchange in the needles of pine trees showed a relatively high level of photosynthesis at $11.9 \pm 3.13 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$, after which a steady decrease was observed. The results obtained thus indicate a different photosynthetic response among woody plants to variations in environmental conditions during the day.

Key words: daily dynamics, intensity of visible photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, woody plants

Количественные оценки суточной динамики секвестрации углерода ювенильными растениями березы, тополя и сосны обыкновенной

П.М. Евлаков, К.В. Жужукин, Т.А. Гродецкая, А.В. Константинов

В условиях возросшей антропогенной нагрузки и изменения содержания углекислого газа в атмосфере повысилась актуальность определения фотосинтетических характеристик и отбора наиболее ценных лесных насаждений. Ассимиляция углерода лесными культурами имеет решающее значение для смягчения продолжающихся климатических изменений в связи с накоплением деревьями значительной части углерода. В статье приведены результаты экспериментального исследования суточной фотосинтетической активности 3-летних саженцев древесных растений: *Betula pendula* L. сорта 'Углянчская 1', *Populus deltoides* Marsh. × *P. balsamifera* L. 'Э.с.-38' ('Воронежский гигант') и *Pinus sylvestris* L. Для определения скорости поглощения углекислого газа листом *in vivo* использовали портативную систему измерения газообмена растений CI-340 (CID Bioscience, USA), позволяющую оценить ряд фотосинтетических параметров в режиме реального времени. Эксперименты по изучению суточной динамики углекислотного газообмена проводились в течение вегетационного периода 2023 года. Сравнительный анализ изменения фотосинтеза и потока фотосинтетической активной радиации для растений березы обнаруживает их положительную корреляцию. Зависимость имеет параболический вид с максимумом фотосинтеза в 10 часов ($27,1 \pm 2,40 \text{ мкмоль CO}_2/\text{м}^2/\text{с}$). По характеру дневного хода фотосинтетического усвоения CO_2 у межсекционного гибрида тополя 'Э.с.-38' («Воронежского гиганта») не обнаруживаются существенных различий с подобной динамикой у быстрорастущей березы повислой сорта 'Углянчская 1'. Если у быстрорастущих древесных пород – тополя и березы – скорость фотосинтеза достигает максимума в утренние часы, а затем снижается, то у сосны обыкновенной иной ход суточной динамики. Во временной промежуток с 7 до 13 часов параметры углекислотного газообмена хвои сосны показали относительно высокий уровень фотосинтеза ($11,9 \pm 3,13 \text{ мкмоль CO}_2/\text{м}^2/\text{с}$), а после наблюдалось устойчивое снижение. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о различной фотосинтетической реакции древесных растений на изменение параметров окружающей среды в течение суток.

Ключевые слова: суточная динамика, интенсивность видимого фотосинтеза, устьичная проводимость, транспирация, древесные растения

Евлаков Петр Михайлович – заведующий лабораторией анализа ПЦР НИИ ИТЛК, канд. биол. наук
E-mail: peter.evlakov@yandex.ru

Жужукин Константин Викторович – ст. преподаватель кафедры химии и биотехнологии, канд. техн. наук
E-mail: kinkon18@yandex.ru

Гродецкая Татьяна Александровна – научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР НИИ ИТЛК
E-mail: tatyana.pokusina@yandex.ru

Константинов Артем Васильевич – заместитель директора по научной работе, д-р биол. наук
E-mail: science@spb-niilh.ru

¹Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова
394036 г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8
Телефон: 8 (473) 253-78-47

²ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»
194021 Санкт-Петербург, Институтский пр., 21
Телефон: (812)552-80-21