

лесного хозяйства. Оценка лесовозобновления в условиях изменяющегося климата и в условиях возрастающего антропогенного воздействия имеет важное значение. Внедрение дистанционного мониторинга воспроизводства лесов позволит уменьшить затраты на проведение натурных обследований, значительно сократит трудозатраты.

*Исследование поддержано в рамках конкурса научных проектов «Молодые ученые Поморья» 2017 г.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковязин В.Ф., Мартынов А.Н. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование притундровых лесов европейской части Российской Федерации // Современные проблемы притундровых лесов. 2012. С. 29–33.

2. Воробьев О.Н., Курбанов Э.А., Полевицкова Ю.А., Лежнин С.А. Оценка динамики и нарушенности лесного покрова в Среднем Поволжье по снимкам Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 124–134.

3. Rozhkov Iu.F., Kondakova M.Y. Using multispectral satellite images for monitoring of the forest ecosystems state // Geoinformation sciences and environmental development: new approaches, methods, technologies. Book of abstracts of the II International conference. May 5–9, 2014 Limassol, Cyprus. Rostov-on-Don, 2014. P. 21.

4. Krankina O., Cohen W., Yang Zh. Method for Monitoring Forest Regrowth with Satellite Imagery // 31<sup>st</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment. Global Monitoring for Sustainability and Security. June 20–24. Saint-Petersburg. 2005. (<http://www.isprs.org/proceedings/2005/ISRSE/html/welcome.html>).

## **УСТЬИЧНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ CO<sub>2</sub>-ГАЗООБМЕНА И ТРАНСПИРАЦИИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ**

**Болондинский В.К., Сазонова Т.А., Придача В.Б.**

*Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,  
bolond@kre.karelia.ru*

В последние десятилетия особую актуальность получила проблема антропогенного преобразования биосферы. Усиление воздействия промышленных предприятий на лесные массивы приводит к серьезным нарушениям как на уровне организма, так и на уровне экосистемы [5 и др.]. В этой связи с 90-х годов прошлого века нами были проведены экофизиологические исследования сосны обыкновенной на участках с разной степенью загрязнения к западу от Мончегорского комбината «Североникель» [3, 4, 1]. В работе обобщаются данные исследований CO<sub>2</sub>-газообмена и роста хвойных за последние два десятилетия.

Пробные площади были заложены в относительно чистой зоне ( $A_1$ ) – в Вяррие-тундре в Лапландии, в зоне слабого воздействия ( $A_2$ ) – в окрестностях деревни Уполокша в 50 км к западу от г. Мончегорска, в зоне сильного воздействия ( $A_3$ ) и зоне деградации лесов ( $A_4$ ) в 40 и 20 км от источника загрязнения соответственно. Основные компоненты выбросов комбината составляют диоксид серы и тяжелые металлы, в основном Ni, Cu, Mn, Zn, Cd, Pb. Динамика газообмена сосны на загрязненных участках ( $A_2, A_3, A_4$ ) сравнивалась с таковой в относительно чистой зоне ( $A_1$ ) и в фоновых условиях на площадях в 50 км севернее г. Петрозаводска [2]. Исследования газообмена проводили с помощью переносного газоанализатора LI 6200 (Li-Cor Inc., США). Водный потенциал измеряли камерой давления, внешние факторы среды – с помощью стандартных приборов.

Исследование структуры ассимиляционного аппарата сосны показало, что на участке  $A_2$  в ряде случаев наблюдалось загрязнение переднего дворика устьиц, тогда как у сильно пораженных деревьев на участках  $A_3$  и  $A_4$  были обнаружены целые ряды устьиц с полностью забитыми передними двориками или с твердой коркой на дне дворика. На участках, подверженных действию поллютантов, нормальное функционирование устьичной проводимости было нарушено. Устьичная проводимость в ночное время изменялась от 0,005 до 0,018 моль  $m^{-2} c^{-1}$ . Поэтому при значениях дефицита водяного пара в воздухе, отличного от нуля, была зафиксирована слабая транспирация в ночное время, не превышавшая 2–3 % от суточной транспирации.  $CO_2$  – газообмен после достижения утреннего максимума уменьшался на протяжении всего дня. Среднесуточная интенсивность фотосинтеза сосен снижалась по мере ухудшения состояния деревьев. По мере загрязнения замыкающих устьичных клеток тяжелыми металлами, их засмоления и деградации под воздействием, прежде всего, сернистого газа нарастал дисбаланс в водных отношениях дерева. В зонах  $A_3$  и  $A_4$  у побегов с большой степенью повреждения, составлявшей более 30 % от площади хвои, устьичная регуляция проявлялась очень слабо. Однолетняя хвоя на деревьях в относительно хорошем состоянии на участке  $A_4$  была поражена в большей степени (18 %), чем на участке  $A_3$  (12 %), что сказалось на максимальных величинах фотосинтеза. Ночное дыхание на участке  $A_3$  и  $A_4$  составляло 0,25 и 0,62 мкмоль  $m^{-2} c^{-1}$  соответственно, в то время как на контрольном участке оно было меньше 0,1 мкмоль  $m^{-2} c^{-1}$ . При этом в период отсутствия дождей утренние значения водного потенциала достигали  $-0,63 \pm 0,02 \dots -0,8 \pm 0,03$  МПа, после дождей поднимались до  $-0,45 \pm 0,01$  МПа. Послеполуденные величины водного потенциала изменялись от  $-1,0 \pm 0,02$  МПа (пасмурные дни)

до  $-1,3 \pm 0,02$  МПа (солнечные дни). Максимальная разница значений водного потенциала у деревьев в относительно хорошем и плохом состояниях, полученная в условиях наших исследований, составила  $-0,1$  МПа.

В условиях Кольского полуострова в 90-е годы дефицит водяного пара редко превышал 2 кПа и атмосферные засухи практически отсутствовали. Поэтому даже в зоне  $A_4$  поврежденные деревья на протяжении нескольких лет оставались жизнеспособными и имели небольшие приросты по диаметру и в высоту. Однако продолжительность атмосферных засух постепенно увеличивается, и в 2013–2015 гг. таких дней было уже более 10. Можно предположить, что по мере потепления климата и, вероятно, увеличения продолжительности атмосферных засух, будет наблюдаться массовая гибель пораженных деревьев и увеличение площади техногенных пустошей.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (проект № 0220-2014-0010) и при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Болондинский В.К.* Изучение водного режима и фотосинтеза у сосен, произрастающих на территориях, подвергающихся загрязнению промышленными поллютантами // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Матер. докл. III Всерос. науч. конф. с международ. участием. Апатиты, 2010. Ч. 1. С. 50–53.
2. *Болондинский В.К., Кайбияйнен Л.К.* Динамика фотосинтеза в сосновых древостоях // Физиол. раст. 2003. Т. 50. № 1. С. 105–114.
3. *Кайбияйнен Л.К., Болондинский В.К., Сазонова Т.А., Софронова Г.И.* Водный режим и фотосинтез сосны в условиях промышленного загрязнения среды // Физиология растений. 1995. Т. 42. № 3. С. 451–456.
4. *Сазонова Т.А., Придача В.Б.* Влияние промышленного загрязнения на минеральный и водный режим сосны и ели // Труды КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. 2009. № 3. С. 75–85.
5. *Ярмишко В.Т.* Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 210 с.

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ И ЕЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА**

**Бондаренко А.С.**

*ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства», Санкт-Петербург, [asbond@mail.ru](mailto:asbond@mail.ru)*

В настоящее время мероприятия по повышению стабильности лесных экосистем приобретают все большее значение [2, 5–7]. Кроме того,