

## **Изменчивость признаков анатомического строения ассимиляционного аппарата и проводящих корней сосны обыкновенной в экстремальных лесорастительных условиях\***

*Н.Н. Егорова, к.б.н., А.А. Кулагин, д.б.н., профессор,  
Институт биологии УНЦ РАН*

Выбор лесных культур, способных создавать продуктивные насаждения в экстремальных лесорастительных условиях, существенно ограничен. В условиях Республики Башкортостан (РБ) сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) перспективная порода, пригодная для проведения биологической рекультивации отвалов и озеленения промзон. Сосна обыкновенная имеет биологические особенности, такие, как олиготрофность, широкая экологическая амплитуда в отношении влажности почвы и высокая морозоустойчивость [1]. В то же время эта

порода является хорошим биоиндикатором, так как обладает повышенной чувствительностью к промышленному загрязнению [2]. В связи с тем, что в РБ сосредоточены предприятия различных отраслей промышленности, данная территория является наиболее перспективной для изучения воздействия экологических факторов на анатомо-морфологические признаки древесных растений. Республика расположена на стыке трёх зон: лесной, лесостепной и степной, характеризуется высоким разнообразием лесорастительных условий. Поэтому актуально изучение анатомических и морфологических особенностей сосны обыкновенной в разных типах экстремальных лесорастительных условий РБ.

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проектов № 05-04-97901, 05-04-97903, 05-04-97906, 05-04-97922

**Материал и методика.** Объектом исследований стала сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), произрастающая на пробных площадях, расположенных в лесной, лесостепной и степной зонах.

Лесная зона ПП1 Уфимское плато (УП). Возраст насаждений – 80–120 лет. Условия многолетней почвенной мерзлоты.

Лесостепная зона ПП2 Стерлитамак, Стерлитамакский промышленный центр (СПЦ), возраст насаждений – 40–50 лет. Преобладает аэротехногенное полиметаллическое и углеводородное загрязнение окружающей среды.

ПП3 Учалы, отвалы Учалинского горно-обогатительного комбината (УГОК), возраст насаждений – 40–50 лет. Промышленные отвалы полиметаллических руд.

Степная зона ПП4 г. Кумертау, отвалы Кумертауского бурогольного разреза (КБР), возраст насаждений – 40–50 лет. Промышленные отвалы бурогольного разреза.

ПП5 г. Сибай, отвалы Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината (СФ УГОК), возраст насаждений – 40–50 лет. Промышленные отвалы полиметаллических руд.

Отбор проб на каждой пробной площади производили по схеме: ассимиляционный аппарат 100 шт. из средней части кроны, для чего брались пять пар хвоинок; корневая проводящая система по 50 шт. на глубине 10–30 см. Анатомию изучали на срединном срезе.

Оценку относительного жизненного состояния древостоев (ОЖС) проводили по методике В.А. Алексеева, с некоторыми изменениями применительно к древесным породам в соответствии с их биологическими особенностями [3]. В лесных насаждениях по общепринятым методикам закладывали пробные площади [4]. ОЖС насаждений определяли по следующей шкале: здоровое насаждение, ослабленное, сильно ослабленное и полностью разрушенное.

Временные и постоянные препараты приготавливали по общепринятым методикам [5, 6]. Препараты изучали при помощи светового микро-

скопа Amplival (Carl Zeiss Jena, Germany) при различном увеличении объектива. Срезы фотографировали цифровым фотоаппаратом Olympus Camedia C 4000 (Olympus LTD, Japan) при разном увеличении.

Статистическую обработку фактического материала проводили с использованием электронного пакета MS Excel 2000 [7].

**Результаты и их обсуждение.** При оценке жизненного состояния сосновых насаждений установили, что на площадках, находящихся в степной зоне (КБР – 67,2%, СФ УГОК – 66,4%), показатели ОЖС в целом были ниже, чем в лесной (УП – 78,6%) и лесостепной (УГОК – 77,8%) зонах, что, вероятно, связано с различиями в комплексе природно-климатических факторов, влияющих на произрастание древесных пород в разных зонах. Наиболее низкие показатели ОЖС отмечены в СПЦ (47,6%), что может быть объяснено высоким уровнем загрязнения атмосферы в окрестностях нефтеперерабатывающих предприятий г. Стерлитамака.

По показателям ОЖС сосновые насаждения в СПЦ отнесены к категории сильно ослабленных, а остальные – к категории ослабленных.

Выявлены значительные отличия в строении ассимиляционного аппарата у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (рис. 1). На всех пробных площадях было отмечено утолщение слоёв хвои первого, второго и третьего года за весь период вегетации. Ранее было установлено, что увеличение толщины отдельных слоёв хвои происходит при воздействии на растения экстремальных экологических факторов, таких, как многолетняя почвенная мерзлота, избыточное содержание солей в растительном субстрате и хроническое аэротехногенное загрязнение окружающей среды [8]. Следует отметить, что на поверхности эпидермиса хвои в качестве защитного элемента появляется восковой налёт, что также рассматривается как адаптивная реакция растений на ухудшение лесорастительных условий (ЛРУ). По всей вероятности, формирование хвои с наибольшей толщиной слоёв направлено на

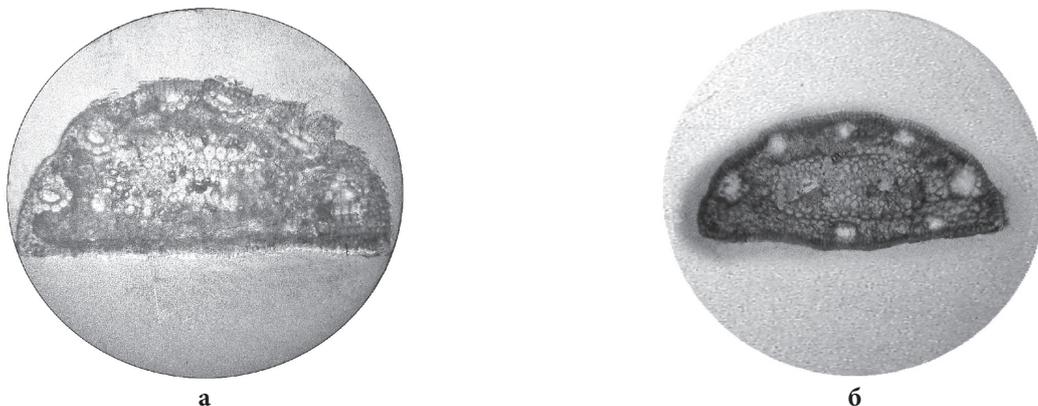


Рис. 1 – Поперечные срезы ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.): а – на отвалах СФ УГОК; б – на многолетней почвенной мерзлоте УП

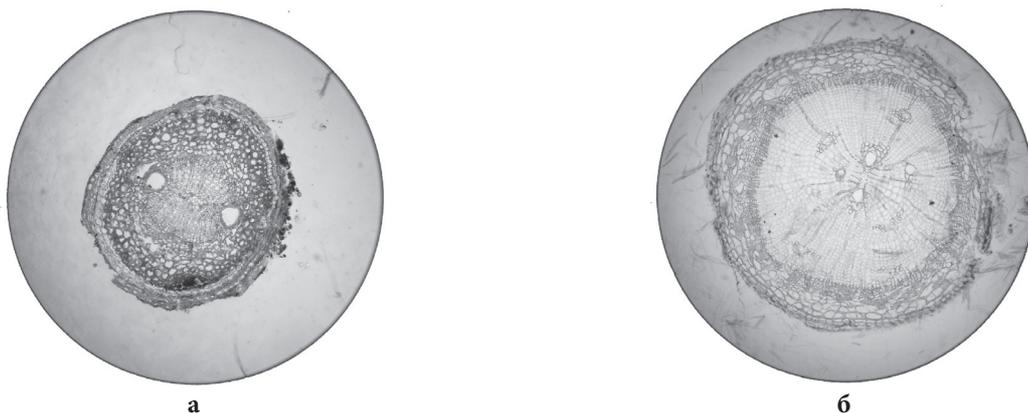


Рис. 2 – Поперечные срезы проводящих корней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.): а – на отвалах СФ УГОК; б – на отвалах УГОК

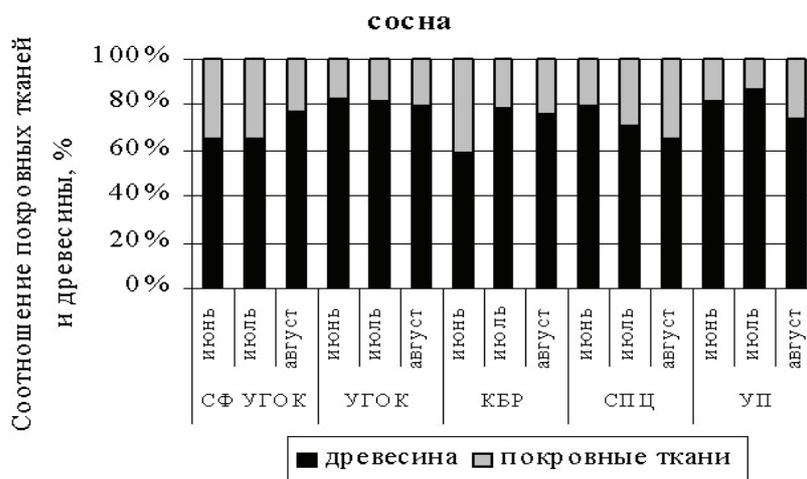


Рис. 3 – Соотношение величин покровных тканей и древесины (%) проводящих корней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих в экстремальных лесорастительных условиях

реализацию адаптации к экстремальным ЛРУ посредством усиления её ксероморфности.

Было установлено, что в течение вегетационного периода на разных пробных площадях процентное соотношение величин покровных тканей и древесины (рис. 2) может сильно варьировать. На отвалах СФ УГОК и КБР значение этого показателя увеличивается, на отвалах СПЦ и УГОК уменьшается (рис. 3). Возможно, возрастание этого показателя в древостоях степной зоны связано с засушливыми условиями произрастания, когда увеличение покровных тканей предотвращает потери влаги корнями.

Корневая система светлохвойной породы достаточно чутко реагирует на действие внешних экстремальных факторов 2.

**Выводы.** Древостои, развивающиеся на пробных площадях УП, УГОК, КБР, СФ УГОК, относятся к категории ослабленных, сосновые насаждения в СПЦ отнесены к категории сильно ослабленных.

Установлено, что в экстремальных лесорастительных условиях у сосны обыкновенной происходит изменение анатомо-морфологических признаков: увеличение тканей первого, второго и третьего года в течение вегетационного периода и

утолщение хвои вследствие развития мезофилла. По всей видимости, эти изменения носят адаптационный характер.

В течение вегетационного периода на пробных площадях в степной зоне соотношение величин покровных тканей и древесины проводящих корней сосны обыкновенной увеличивалось, что может быть связано с засушливыми условиями произрастания.

### Литература

1. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. 191 с.
2. Зайцев Г.А., Кулагин А.Ю. Сосна обыкновенная и нефтехимическое загрязнение. М.: Наука, 2006. 124 с.
3. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации повреждённых загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38–54.
4. Сукачев Н.В. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1966. 333 с.
5. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г. и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1974. 288 с.
7. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
8. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Анатомическое строение ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в экстремальных лесорастительных условиях // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. М.: Изд-во МГУЛ, 2006. № 6. С. 38–48.