

Выводы

1. Ленточные боры Прииртышья характеризуются крайне жесткими лесорастительными условиями, что определяет высокие показатели их фактической горимости.

2. Специфической особенностью ленточных боров Прииртышья является высокая доля лесных пожаров от молний, достигающая в отдельные годы 82,7%. Последнее вызывает необходимость организации на территории ГУ ГЛПР «Ертис орманы» службы грозопеленгации.

3. Показатели фактической горимости определяются в большей степени эффективностью работы лесопожарных служб, а не погодными условиями. Так, несмотря на высокие показатели пожарной опасности в 80-е годы прошлого столетия, показатели фактической горимости были значительно ниже средних показателей за анализируемый 31-летний период.

4. Для повышения эффективности охраны лесов от пожаров и минимизации наносимо-

го ими ущерба необходимо оснастить службы пожаротушения маневренными лесопожарными машинами, оснащенными емкостью для воды и дисковыми плугами, создать постоянные лесопожарные команды, систематически вести уход за лесными дорогами, работы по ликвидации внелесосечной захламленности и совершенствовать службу обнаружения лесных пожаров и противопожарную пропаганду.

Библиографический список

1. Залесов С.В. Лесная пирология: учебник для вузов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 333 с.

2. Курбатский Н.П. Проблема лесных пожаров // Возникновение лесных пожаров. – М.: Наука, 1964. – С. 5-60.

3. Залесов С.В., Годовалов Г.А., Кректунов А.А. Защита населенных пунктов от природных пожаров // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 34-36.



УДК 581:633.877.3

**О.Л. Цандекова,
Е.Ю. Колмогорова**

**АНАТОМИЧЕСКИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ *PINUS SYLVESTRIS* L.,
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ
НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ
УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «КЕДРОВСКИЙ»**

Ключевые слова: породный отвал, потенциально плодородный слой почвы, сосна обыкновенная, анатомические показатели хвой сосны, годичный прирост боковых побегов, количество и масса хвои годичного побега, жизненное состояние, эмбриозёмы, адаптация.

Введение

Угольный разрез «Кедровский» расположен в северной лесостепи Кемеровской области. В результате угледобычи происходят изменение рельефа местности, полное или частичное нарушение почвенного покрова, водного, воздушного и пищевого режима почв, что ведет к изменению биогеоценоза в целом. В связи с этим экологическая реабилитация техногенных земель становится актуальной и социально важной проблемой.

В условиях Кузбасса для биологического этапа рекультивации породных отвалов

угольных разрезов чаще других используется сосна обыкновенная. Сосна отвечает такими показателями биологической устойчивости лесных пород, как морозостойкость, засухоустойчивость, быстрота роста [1]. При проведении биологического этапа рекультивации представляет интерес изучение биологических особенностей развития сосны обыкновенной в экстремальных экологических условиях. Хвоя является самым чувствительным органом, реагирующим на изменения окружающей среды и определяющим развитие других органов растения [2]. Некоторыми исследователями отмечено, что структурные преобразования хвои сосны обыкновенной затрагивают все уровни ее организации путем количественного изменения анатомо-морфологических показателей как в процессе роста хвои, так и в зависимости от экологических условий произрастания [3-5]. Изучение изменчивости хвои позволит понять адаптационные пере-

стройки сосны обыкновенной в условиях угольного отвала.

Реакция растений на загрязнение начинается с нарушения биохимических процессов, микроскопических и субмикроскопических изменений клеточных органелл, которые обнаруживаются затем в изменении морфологической картины, общего состояния и, наконец, проявляются в изменении роста, ухудшении качества или даже гибели растения [6-8]. Выявление соответствия условий произрастания сосны обыкновенной ее биологическим требованиям на отвалах весьма актуально.

Цель исследований – изучить анатомические и морфометрические характеристики *Pinus sylvestris* L., произрастающей на техногенно нарушенных землях угольного разреза «Кедровский».

В задачи исследований входило:

- изучение анатомических показателей хвои сосны обыкновенной (длина хвои, суммарное количество смоляных каналов и их площадь, площадь поперечного среза хвои, центрального цилиндра, складчатого мезофилла, суммарная площадь проводящих пучков, отношение площадей центрального цилиндра к поперечному срезу хвои);
- исследование морфометрических показателей по годовичному приросту боковых побегов сосны, массе хвои и ее количеству;
- оценить жизненное состояние сосны обыкновенной.

Объекты и методы

Исследования проведены в летний период 2010-2012 гг. В качестве объектов исследований были выбраны посадки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) 10-15-летнего возраста. Возраст отвала – 25 лет, но в 2004 г. проведён комплекс работ по его планировке. Площадки наблюдения выбраны на территории породного отвала разреза «Кедровский» и различаются комплексом эдафических факторов: ПН № 1 – спланированный отвал с нанесением потенциально плодородного слоя (ППС), ПН № 2 – межотвальная впадина (без нанесения ППС), ПН № 3 – спланированный отвал (без нанесения ППС).

Морфометрические исследования проводили на десяти модельных растениях с каждой площадки наблюдений, собранных с десяти ветвей с нижней трети кроны по периметру. Массу и количество хвои на годовичном побеге определяли в августе по методике И.В. Кармановой [9]. Масса хвои измерялась на электронных весах марки OHAUS Scout-pro 200 (США) с точностью 0,05 г. Годичный прирост боковых побегов в длину измеряли каждые 10 дней с помощью линейки с точностью до 0,1 см.

Для анатомических исследований из средней части хвои делали поперечные срезы и помещали их в глицерин. Измерения анатомо-морфологических признаков хвои проводили с помощью микроскопа Аксиоскоп-2+, модель ZEISS N HBO103 and N HBO75 (Германия) с программным обеспечением. В ходе исследования определяли длину хвои, суммарное количество смоляных каналов и их площадь (S), площадь поперечного среза (S п.с.) хвои, центрального цилиндра (S ц.ц.), складчатого мезофилла (S скл. мезофилла), суммарную площадь проводящих пучков (S п.п.), отношение площадей ц.ц. и п.с. хвои. Для определения площадей анатомических показателей использовали программу *Image Tools*. Проведен корреляционный анализ между анатомо-морфологическими показателями. Статистический анализ данных выполнен с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007. Агрохимический анализ эмбриоземов проведен в аккредитованном испытательном центре агрохимической службы ФГУ ЦАС «Кемеровский».

Результаты и их обсуждение

По агрохимическим показателям эмбриозёмы всех ПН характеризуются высокой обеспеченностью обменным калием (100-240 мг/кг) и низкой обеспеченностью подвижным фосфором (10-50 мг/кг). На ПН № 1 и ПН № 2 отмечается средняя обеспеченность нитратным азотом (9,5-13,8 мг/кг). Эмбриозёмы ПН № 3 характеризуются самыми низкими значениями обменного фосфора и нитратного азота (10-20 и 3,6-6,0 мг/кг соответственно). Анализ содержания подвижных форм тяжелых металлов (*Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Fe, Cr*) не показал превышения существующих ПДК. Таким образом, эмбриозёмы ПН № 3 (спланированный отвал без нанесения ППС) характеризуются самыми низкими значениями агрохимических показателей в сравнении с ПН № 1 и ПН № 2.

Микроскопирование срезов хвои показало, что у сосны обыкновенной в экстремальных условиях Кедровского угольного разреза отмечались некоторые изменения анатомических показателей тканей адаптивного характера. На всех пробных площадках обнаружен низкий уровень варибельности у всех анатомических признаков. Однако самым стабильным признаком является показатель отношения площади центрального цилиндра к площади поперечного среза, который варьировал в пределах от 0,29 до 0,31. Это свидетельствует об оптимальном соотношении между проводящей системой хвоинки сосны и остальными ее тканями.

Суммарное число смоляных ходов на всех площадках наблюдений примерно одинаково – в среднем 5-7 шт. С помощью наших исследований выявлено увеличение длины хвои, особенно на участке без нанесения потенциально плодородного слоя. При этом увеличивается доля проводящей ткани, в частности, суммарная площадь проводящих пучков. Нами отмечены некоторые отличия микроскопического строения хвои у сосны обыкновенной на разных площадках наблюдений.

Сравнительный анализ исследуемых участков показал, что для сосны обыкновенной, произрастающей на отвале без нанесения ППС (ПН № 3), характерны более высокие анатомические показатели (на 2-28%), по сравнению с другими площадками наблюдений (ПН № 1 и ПН № 2) (табл. 1). У деревьев на ПН № 3 длина хвои больше на 28 и 9% (ПН № 1 и ПН № 2), площадь складчатого мезофилла – на 3 и 4, площадь проводящих пучков – на 6 и 8, площадь смоляных ходов – на 4 и 25%. Однако отношение площади центрального цилиндра к площади поперечного сечения на площадках наблюдений без нанесения ППС ниже на 2 и 5%, по сравнению с ПН с нанесением ППС (ПН № 1).

Анатомо-морфологические показатели адаптивного характера также были выявлены некоторыми исследователями у сосны в различных экологических условиях. На отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза у сосны обыкновенной установлено увеличение тканей хвои первого, второго и третьего годов в течение вегетационного периода и утолщение хвои вследствие развития мезофилла [10]. Выявлены увеличение смоляных каналов на поперечном срезе хвои сосны обыкновенной, снижение размеров хвои и отношения площади центрального цилиндра к площади поперечного сечения в условиях г. Новокузнецка [11].

Анализ годичного прироста боковых побегов сосны обыкновенной показал, что их интенсивный прирост отмечался в начале вегетации, а к первой декаде июля рост побегов прекращался. Максимальное снижение прироста боковых побегов отмечалось у сосны, произрастающей на ПН № 1 (на спланированном отвале с нанесением ППС) во все сроки наблюдения: 07.06; 17.06; 27.06; 07.07. Минимальное снижение годичного прироста наблюдалось на ПН № 3 (спланированный отвал без нанесения ППС) у исследуемых растений во все сроки наблюдения (рис. 1).

Таблица 1

Анатомические показатели хвои сосны обыкновенной в условиях Кедровского угольного отвала

| Показатели | ПН № 1 | ПН № 2 | ПН № 3 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Длина хвои, мм | 41,37 ± 1,10 | 52,10 ± 1,68 | 57,48 ± 0,89 |
| S п.с. хвои, мм ² | 1,55 ± 0,021 | 1,413 ± 0,025 | 1,546 ± 0,018 |
| S ц.ц., мм ² | 0,475 ± 0,010 | 0,410 ± 0,012 | 0,467 ± 0,016 |
| S скл. мезофилла, мм ² | 0,735 ± 0,016 | 0,727 ± 0,012 | 0,760 ± 0,017 |
| S п.п., мм ² | 0,048 ± 0,004 | 0,047 ± 0,001 | 0,051 ± 0,001 |
| S смоляных ходов, мм ² | 0,046 ± 0,001 | 0,036 ± 0,003 | 0,048 ± 0,002 |
| Число смоляных ходов, шт. | 5,5 ± 0,001 | 7 ± 0,370 | 6 ± 0,205 |
| Отношение S ц.ц. к S п.с. | 0,308 ± 0,007 | 0,292 ± 0,043 | 0,301 ± 0,008 |

Примечание. Здесь и далее: ПН № 1 – спланированный отвал с нанесением ППС; ПН № 2 – межотвальная впадина (без нанесения ППС); ПН № 3 – спланированный отвал без нанесения ППС.

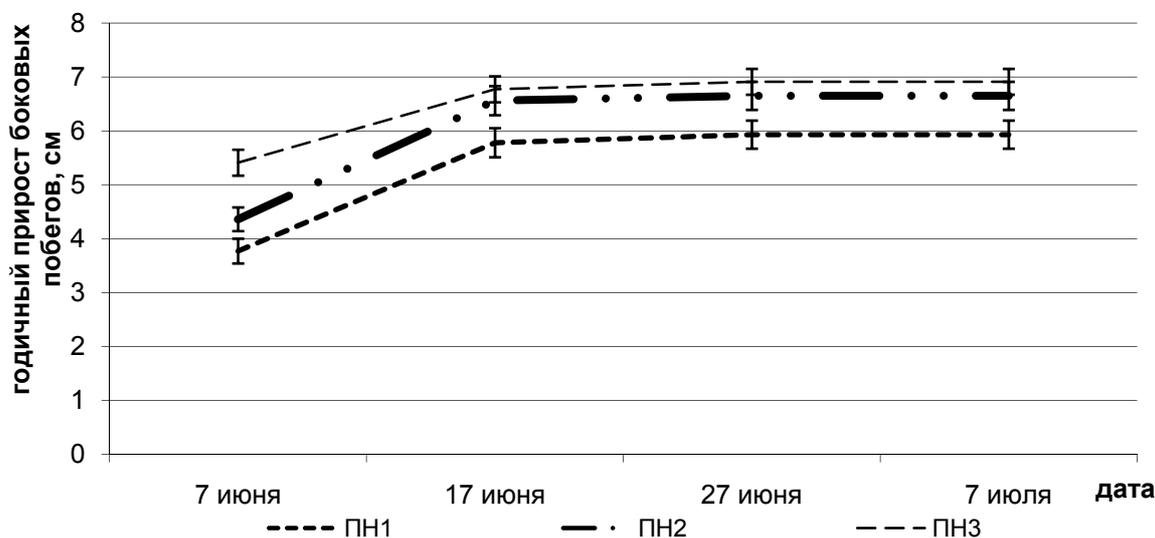


Рис. 1. Годичный прирост боковых побегов сосны обыкновенной (средние данные за 2010-2012 гг.)

Количество и масса хвои сосны обыкновенной (средние данные за 2010-2012 гг.)

| Площадки наблюдения | Количество хвои, шт. | Масса хвои, г |
|---------------------|----------------------|---------------|
| ПН № 1 | 89,28±2,26 | 1,25±0,08 |
| ПН № 2 | 95,15±2,64 | 1,64±0,06 |
| ПН № 3 | 108,84±2,58 | 1,96±0,08 |

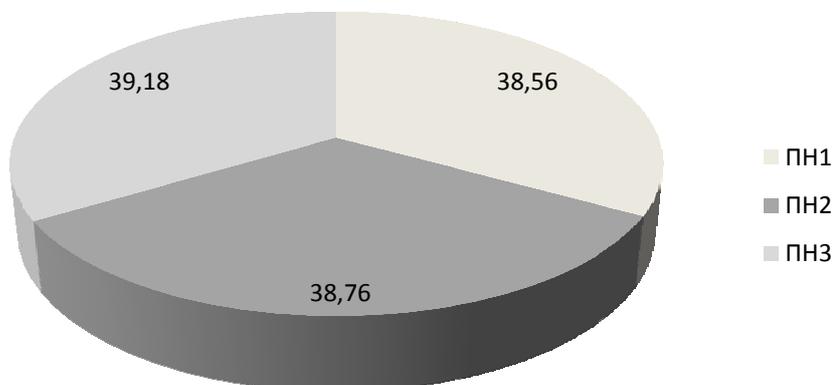


Рис. 2. Балл жизненного состояния сосны обыкновенной (средние данные за 2010-2012 гг.)

Количество и масса листьев являются морфологическими характеристиками, отражающими процессы роста. Исследованиями установлено, что у сосны обыкновенной, произрастающей в различных экологических условиях отвала, изменяются морфометрические показатели ассимиляционного аппарата. Количество и масса хвои в большей степени снижались на ПН № 1, а в меньшей – на ПН № 3 (табл. 2).

Изучение степени нарушения ассимиляционного аппарата и крон у сосны обыкновенной позволили дать оценку ее жизненного состояния. Установлено, что балл ЖС у исследуемых растительных образцов варьировал от 38,56 до 39,18. Наибольший показатель отмечен на ПН № 3, минимальный – на ПН № 1 (38,56) (рис. 2). Снижение данного показателя происходило за счет увеличения сухих ветвей в кроне и снижения облиственности крон.

Проведенный корреляционный анализ показал, что на всех исследуемых площадках наблюдений между различными анатомо-морфологическими признаками установлена положительная достоверная корреляция. Наибольшая корреляционная зависимость выявлена между массой и количеством хвои. При этом коэффициенты корреляции на всех площадках наблюдений варьировали в пределах от 0,75 (ПН № 3) до 0,84 (ПН № 2).

Выводы

1. В условиях Кедровского угольного разреза сосна обыкновенная проявила вы-

сокую устойчивость, особенно на спланированном отвале без нанесения ППС.

2. У растительных образцов на площадке наблюдений № 3 выявлено самое большое количество анатомических и морфометрических перестроек, в сравнении с площадками № 1. Отмечено увеличение смоляных каналов на поперечном срезе хвои сосны обыкновенной, площадей складчатого мезофилла и проводящих пучков, снижение отношения площади центрального цилиндра к площади поперечного сечения. Установлено минимальное снижение годового прироста побегов сосны, массы хвои, ее количества, что выразилось в удовлетворительном жизненном состоянии сосновых насаждений.

3. Установленные корреляции между анатомо-морфологическими признаками отражают онтогенетические возможности сосны обыкновенной, связанные с ее адаптацией в экстремальных условиях угольного отвала.

Библиографический список

1. Баранник Л.П., Николайченко В.П. Лесная фитомелиорация техногенных земель в Кузбассе // Вестник Кузбасского технического университета. – 2007. – № 5. – С. 101-102.
2. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. – М.: Наука, 1964. – 191 с.
3. Зотикова А.П., Бендер О.Г., Собчак Р.О., Астафурова Т.П. Сравнительная оценка структурно-функциональной организации листового аппарата хвойных растений

на территории г. Горно-Алтайска // Вестник ТГУ. – 2007. – № 299 (1). – С. 197-200.

4. Grossoni P., Bussotti F., Mori B., Mori B., Magalotti M., Mansuino S. Morpho-anatomical effects of pollutants on *Pinus pinea* L. needles // *Chemosphere*. – 1998. – Vol. 36. – P. 913-917.

5. Boratyńska K., Jasińska A., Ciepluch E. Effect of tree age on needle morphology and anatomy of *Pinus uliginosa* and *Pinus silvestris* – species-specific character separation during ontogenesis // *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. – 2008. – Vol. 203. – P. 617-626.

6. Кулагин А.А. Реализация адаптивного потенциала древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.16. – Уфа; Тольятти, 2006. – 36 с.

7. Limny H., Sikora B. The effects of pollution on the quality of agriculture and forest products // *Papers presented to the Symposium on the effects of air born pollution on ve-*

getation. Warsaw. Poland. – 1980. – С. 160-162.

8. Rossi S., Desclausers A., Anfodillo T., Morin H., Savacino A. et al. Conifers in cold environments synchronize maximum growth rate of tree-ring formation with day length // *New Phytologist*. – 2006. – Vol. 170. – P. 301-310.

9. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. – М.: Наука, 1976. – 221 с.

10. 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. – 2006. – № 6. – С. 38-48.

11. Соболева О.М. Эколого-физиологическая адаптация сосны обыкновенной на урбанизированных территориях Кемеровской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Кемерово, 2009. – 17 с.



УДК* 630*181.1;232.4

**Б.Е. Чижов,
М.В. Глухарева,
Д.И. Бобров**

СТРАТЕГИЯ ИНТРОДУКЦИИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С УЧЕТОМ ЕГО ЭКТОПИЧЕСКОГО АРЕАЛА

Ключевые слова: *Западная Сибирь, дуб черешчатый, интродукция, эктопический ареал, лимитирующие факторы.*

Введение

Родина дуба черешчатого – Европа, Северная Америка, Малая Азия [1]. В пределах обширного ареала он имеет 2 экологических оптимума. В пределах ареалов бука и граба экологический оптимум дуба находится в северной части Западной и Средней Европы с их обширными слабодренированными равнинами и в изолированных районах Прикарпатья, Закарпатья и Полесья, а в

пределах ареала липы – в лесостепной и степной зонах европейской части России. Дуб распространен в четырех географических зонах: в таежной (в южной ее части), в зоне смешанных лесов, лесостепной и степной [2].

В настоящее время ареал дуба черешчатого является подвижным: происходит его сокращение в результате смены другими породами. Наряду с этим человек с помощью лесных культур продвигает дубравы на юг в зону степей.

Лесная зона Западной Сибири отличается от Европы отсутствием в ней формации ши-