

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация / В.И. Федюков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
2. Lindstrom H., Nakada R., Ralston J. Cell wall structure and wood properties determined by acoustics-a selective review. – Holz Roh- und Werkst. 61, 2003. – №5. – С. 321–335.
3. Голдштейн А.Я. Зависимость скорости распространения продольных импульсных ультразвуковых волн от геометрических размеров образцов натуральной и модифицированной полистиролом древесины березы / А.Я. Голдштейн // Химическая модификация древесины. – Рига, 1975. – С. 35–38.
4. Отчет о НИР по ГК №16.518.11.7094 от 26 августа 2011 года.
5. Пат. 2439561 РФ. МПК А 01 G 33/46. Способ ранней диагностики резонансных свойств древесины / Федюков В.И., Салдаева Е.Ю. // Бюл. изобрет. – 2012. – №1.

УДК 630.811.1:674.032.16:630.43

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛУБА СТВОЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСЛЕ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Е.И. Чернокозинская,

студент ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», г. Красноярск, РФ
kat-ry@mail.ru

В.В. Стасова

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ
roman@akadem.ru

О.Н. Зубарева

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ

Тепловое воздействие на стволы сосны обыкновенной во время лесного пожара вызывает глубокие и разносторонние изменения в структуре и химическом составе живых тканей, проявляющиеся в течение нескольких последующих лет.

Изучали влияние низовых пожаров на морфометрические характеристики проводящих тканей сосны обыкновенной. Тепловое воздействие на ткани стволов сосны обыкновенной во время пожара вызывает изменения в жизнедеятельности клеток (Гирс, 1982; Michaletz et al., 2012), и, как следствие, структурные изменения тканей в целом. При интенсивном повышении температуры луба и камбиальной зоны наблюдается гибель части клеток, что приводит к нарушению упорядоченного расположения клеток (Michaletz, Johnson, 2004; Dickinson et al., 2004). При этом замещение погибших участков может приводить к формированию расширенных лучей и дополнительного количества осевой и лучевой паренхимы для обеспечения усиленного притока питательных веществ к пораженной области и увеличению содержания живых тканей, способных к делению.

Для изучения воздействия пожаров на проводящие ткани сосны обыкновенной экспериментальные участки были выбраны в Говорковском участковом лесничестве Невонского лесничества Богучанского района Красноярского края. Вблизи пос. Говорково эксперимент проводился в 2002 году, пожар на ПП 1 низовой низкой интенсивности, ПП 2 – средней с переходом к высокой интенсивности, в 2006 году – пожары средней с переходом к высокой интенсивности (ПП Невонка 2) и почвенно-подстилочный (ПП Невонка 5). На экспериментальных участках в 2009 и 2010 гг. были взяты образцы луба из стволов деревьев сосны обыкновенной с различной степенью повреждения комля. На поперечных срезах отмечали изменения структуры ткани, измеряли толщину луба, подсчитывали количество годичных слоев от камбия до перидермы и количество клеток в радиальном ряду в последних годичных приростах флоэмы, определяли частоту расположения флоэмных лучей и процентное содержание тяжелой паренхимы в трех последних годичных приростах флоэмы (Яценко-Хмелевский, 1954). Кроме того, были проведены гистохимические пробы на присутствие лигнина и каллозы в ткани, как показателей проявления защитных реакций (Барыкина, 2004).

Усиление теплового воздействия на ткани ствола при увеличении интенсивности пожара вызывает значительные изменения структуры луба, а именно: расширение флоэмных лучей, образование в их составе смоляных ходов и даже смоляных карманов (крупных смолеместилищ), нарушение упорядоченного расположения клеток. В случае особо сильного повреждения наблюдаются некроз флоэмы с образованием раневой перидермы.

Повреждение ствола огнем вызывает значительную индивидуальную изменчивость толщины луба, вероятно, в зависимости от индивидуальных особенностей дерева, в частности, диаметра ствола и толщины коры. Можно предположить, что уменьшение толщины луба связано с изменением толщ-

ны периферических годичных слоев из-за их заметного сплющивания в некоторых случаях, сопровождающегося лигнификацией клеточных стенок.

Почти во всех случаях после низового пожара количество годичных слоев во флоэме уменьшалось, что может быть связано с формированием новой перидермы, расположенной ближе к камбию и «отрезающей» слишком сильно пораженные ткани.

В большинстве случаев количество клеток в последнем годичном слое флоэмы уменьшается по сравнению с контролем. Это связано с тем, что одна из первых реакций растений на тепловое повреждение – торможение роста. Прекращение роста в стрессовых условиях – защитная реакция, связанная с необходимостью использования энергии дыхания в первую очередь на поддержание поврежденных клеток в активном состоянии и репарационных процессов, ориентирует обмен веществ на репарационные процессы. Восстановление роста – свидетельство успешной репарации повреждений. Увеличение прироста флоэмы отмечено только на ПП Говорково-2, где пожар средней с переходом к высокой интенсивности произошел в 2002 г. Возможно, это связано с минерализацией подстилки, т. к. зола – это удобрение, а после пожара в 2006 г. деревья возможно еще не восстановились.

Частота флоэмных лучей изменяется, не проявляя каких-либо определенных тенденций, отражая индивидуальные особенности деревьев и различия в степени их повреждения.

Под воздействием пожара происходит тепловое повреждение флоэмы, выражающееся во временном увеличении содержания танниноносной паренхимы (Невонка-2). Спустя 8 лет после пожара структура флоэмы восстанавливается, и содержание паренхимы уменьшается (Говорково-1 и 2).

Содержание лигнина в ситовидных клетках отражает защитную функцию флоэмы в ответ на тепловое воздействие низового пожара. Данная реакция возникает в тканях луба от перидермы вплоть до камбиальной зоны в период сразу после пожара. В дальнейшем происходит репарация тканей, если камбиальная зона не была летально повреждена. В последующие вегетационные периоды формируется восстановленная структура луба и его нормальный химический состав (без лигнина). Следует отметить, что возможна датировка пожарного повреждения ствола по состоянию тканей и наличию лигнина в оболочках ситовидных клеток в определенных годичных приростах луба.

Последствия пожара сказываются на состоянии тканей луба, образовавшихся спустя значительное время после теплового воздействия. В отличие от контрольных деревьев, луб поврежденных стволов содержит большее количество каллозы в зоне флоэмы, переходной от проводящей к непроводящей. Это свидетельствует о том, что даже спустя 3–8 лет после пожара процессы репарации не закончены. Каллоза, как известно, откладываясь на ситовидных пластинках, блокирует поток веществ по ситовидным клеткам. Данная реакция развивается очень быстро в ответ на повреждение (Гамалей, 1981). Как было выяснено в наших опытах, необходимость в ограничении транспорта сохраняется на протяжении нескольких лет после повреждения тканей пожаром. Возможно, это является дополнительной (кроме лигнификации луба) защитой ослабленных деревьев против вторжения вредителей и болезней.

Таким образом, в зависимости от степени повреждения комля у дерева включаются описанные ранее защитные механизмы, которые помогают выжить жизнеспособным деревьям, противостоять проникновению стволовых вредителей и грибных заболеваний. С течением времени происходят процессы регенерации тканей и репарация нормальной структуры луба ствола. При этом ситовидные элементы, заполненные каллозой и с лигнифицированными стенками, препятствуют проникновению и распространению инфекций извне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 312 с.
2. Гамалей Ю.В. Структура и развитие клеток флоэмы. I. Ситовидные элементы / Ю.В. Гамалей // Ботанический журнал. – 1981. – Т. 66. – № 8. – С. 1081–1096.
3. Гирс Г.П. Физиология ослабленного дерева / Г.П. Гирс. – Новосибирск: Наука, 1982. – 254 с.
4. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л.: Академия Наук СССР, Институт леса, 1954. – 337 с.
5. Dickinson M.B., Jolliff J., Bova A. S. Vascular cambium necrosis in forest fires: using hyperbolic temperature regimes to estimate parameters of a tissue-response model // Australian Journal of Botany, 2004. V. 52. N. 6. – P. 757–763.
6. Michaletz S.T., Johnson E.A. and Tyree M.T. Moving beyond the cambium necrosis hypothesis of post-fire tree mortality: cavitation and deformation of xylem in forest fires // New Phytologist, 2012. V.194. P. 254–263.
7. Michaletz S.T., Johnson E.A. How forest fires kill trees: A review of the fundamental biophysical processes // Scandinavian Journal of Forest Research, 2007, v. 22. N. 6. – P. 500– 515.