

УДК 582.284+57.047(630.181)

**ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ  
ПРИ РАЗВИТИИ СТВОЛОВЫХ ГНИЛЕЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ГРИБАМИ  
*FOMES FOMENTARIUS (L.) FR.* И *PHELLINUS TREMULAE (BONDARTSEV)*  
*BONDARTSEV ET P.N. BORISOV***

<sup>1</sup>Сафонов М.А., <sup>2</sup>Булгаков Е.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», г.Оренбург, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г.Оренбург, Россия

e-mail: safonovmaxim@yandex.ru, bulgakov15@mail.ru

Гниение древесины вызывается в большинстве случаев деятельностью грибов, при этом наиболее активно микогенную деструкцию древесины осуществляют дереворазрушающие трутовые грибы. Процесс гниения древесины сопровождается изменением физических и химических свойств древесины, приводя к существенным экономическим потерям. В связи с этим актуальным является вопрос ранней диагностики стволовых гнилей, позволяющей минимизировать потери древесины за счет предотвращения расширения очагов гнилей. Цель исследований – изучение в естественных условиях показателей влажности древесины осины в зависимости от степени ее гниения, вызываемого двумя видами трутовых грибов - *Fomes fomentarius (L.) Fr.* и *Phellinus tremulae (Bondartsev) Bondartsev et P.N.Borisov*. Данные показали широкое варьирование относительной влажности древесины осины разного фитопатогенного статуса – от 6,5 до 39,5%. В ходе микогенной деструкции древесины осины, вызванной *Fomes fomentarius*, наблюдается снижение влажности древесины (иссушение), при инвазии *Phellinus tremulae* - увеличение влажности древесины. Выявленная тенденция к «иссушению» или «заводнению» древесины в результате деятельности дереворазрушающих грибов является основанием для оценки вклада тех или иных видов грибов в формирования экологических условий микростообитаний в лесных биогеоценозах, а также открывает новые перспективы выявления скрытых гнилей на ранних стадиях.

**Ключевые слова:** гниение древесины, дереворазрушающие грибы, *Fomes fomentarius*, *Phellinus tremulae*, осина, относительная влажность древесины, Южное Приуралье

**THE CHANGE OF HUMIDITY OF ASPEN WOOD IN THE DEVELOPMENT  
OF STEM ROT, CAUSED BY FUNGI *FOMES FOMENTARIUS (L.) FR.*  
AND *PHELLINUS TREMULAE (BONDARTSEV) BONDARTSEV ET P.N. BORISOV***

<sup>1</sup>Safonov M.A., <sup>2</sup>Bulgakov E.A.

<sup>1</sup>Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia

<sup>2</sup>Orenburg State University, Orenburg, Russia

e-mail: safonovmaxim@yandex.ru, bulgakov15@mail.ru

Timber decay is caused in most cases by the activity of fungi, the most active destruction of wood is carried out by wood-destroying timber fungi. The process of wood decay is accompanied by change of physical and chemical properties of wood, leading to significant economic losses. In this regard, the early diagnostics of stem rot, minimizing the losses of wood by preventing the expansion of foci rot is actual. Purpose of research is studying in natural conditions the aspen wood humidity in according with degree of decay caused by two species of timber fungi - *Fomes fomentarius (L.) Fr.* and *Phellinus tremulae (Bondartsev) Bondartsev et P.N.Borisov*. The data showed a wide variation of relative humidity of aspen wood with different phytopathogenic status – 6.5-39.5%. During the aspen wood mykogenic destruction caused by *Fomes fomentarius*, a decrease of humidity of wood was marked, for invasion of *Phellinus tremulae* – increasing of wood humidity. That tendency to “drying” or “flooding” of wood as the result of activity of wood-destroying fungi is the basis for assessing the contribution of certain types of fungi in the development of the ecological conditions in forest biogeocenoses and also opens new perspectives identify hidden rot at an early stage.

**Keywords:** wood decay, wood-destroying fungi, *Fomes fomentarius*, *Phellinus tremulae*, aspen, relative humidity of wood, Southern Preurals

Гниение древесины – обычный процесс, характерный для всех лесных экосистем и осуществляемый в большинстве случаев грибными организмами. Суть процесса заключается в разложении лигнин-целлюлозных соединений ферментами грибов (целлюлазы, цитаза, лигниназа). При этом происходит изменения как химических, так и физических характеристик древесины. Динамика и сущность этих преобразований древесины зависят от многих факторов: ви-

довой принадлежности самой древесины (что обуславливает содержание в ней танинов, смол и других веществ, препятствующих развитию грибной инфекции), видового состава и физиологии грибов-деструкторов, условий конкретных местообитаний и условий определенного сезона или года и др. В итоге возникает значительная дисперсия показателей скорости деструкции древесины, определяемая совокупным изменением вышеуказанных параметров процесса [3-5, 8-11 и др.].

Основным показателем процесса гниения считается потеря единицей субстрата части массы за единицу времени. Потеря массы также сопровождается значительным снижением удельного веса и твердости древесины, что имеет большое значение при оценке технических свойств древесины на начальных стадиях гниения с точки зрения перспектив ее использования в хозяйстве [1]. Этот процесс изменением влажности древесины за счет деятельности ферментов гриба (потребление воды на первых этапах и выделение ее на последующих).

Гниение является природным процессом, вследствие чего грибы повреждают не только обработанную древесину и деревянные конструкции, но и ослабленные деревья, тем самым нанося вред лесному хозяйству, так как многие грибные инфекции могут носить характер эпифитотий. В связи с этим актуальным является вопрос о способах раннего выявления стволовых гнилей [2, 14] для мониторинга распространения грибных заболеваний и прогнозирования состояния древостоев.

Целью нашей работы было изучение показателей влажности древесины осины, как одной из широко распространенных пород в Южном Приуралье, в зависимости от ее фауности. В рамках достижения указанной цели мы хотели выяснить отличия между относительной влажностью древесины здоровых осин и осин, имеющих явные признаки поражения двумя широко распространенными в регионе видами ксилотрофных грибов – *Fomes fomentarius* (L.) Fr. и *Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev et P.N. Borisov.

### Материалы и методы

Объектом исследований был тополь дрожащий (осина) (*Populus tremulae* L.). Причина выбора данного объекта – широкое распространение осинников в разных частях региона; общий запас древесины в них достигает 6,39 млн м<sup>3</sup> [6].

Исследования проводились в ур. Мышиный дол в Троицком охотничьем заказнике Тюльганского района Оренбургской области. Растительность представлена осинником разнотравным (*Populetum mixtoherbosum*). Древостой 90с1Б+В. Возраст осины 30-60 лет. Средняя высота – 12 м. Полнота 0,7, сомкнутость крон 70%. В ряде случаев хорошо выражен подрост осины. Подлесок разрежен, представлен *Padus avium*, *Rosa majalis*, *Frangula alnus*, *Spiraea crenata*, *Caragana frutex*. Проективное покрытие травянистого яруса – 60-95%. В травостое участвуют *Aegopodium podagraria*, *Lathyrus pratensis*, *L. piciformis*, *Filipendula ulmaria*, *Origanum vulgare*, *Urtica dioica*, *Leonurus quinquelobatus*, *Stachys recta*, *Convallaria majalis*, *Campanula glomerata*, *Fragaria viridis*. Мощность подстилки 2-3 см.

На древесине осины в Южном Приуралье отмечено 72 вида базидиальных дереворазрушающих грибов [6]. В наших исследованиях мы изучали только два вида, которые наиболее часто вызывают стволовые гнили осины в регионе – *Fomes fomentarius* и *Phellinus tremulae*.

Трутовик настоящий (*Fomes fomentarius*) – космополитический вид, имеет многолетние базидиомы; вызывает белую гниль, поселяясь на валежной древесине и вегетирующих деревьях многих родов лиственных древесных растений в регионе [7].

Ложный осиновый трутовик (*Phellinus tremulae*) – панголарктический вид с многолетними базидиомами, вызывающий белую гниль древесины видах рода *Populus*, особенно на осине; очень редко на других лиственных (*Alnus*, *Quercus*, *Sorbus*, *Betula*). Широко распространен в осинниках Оренбургской области [7]. Этот гриб считается одной из основных причин стволовых гнилей осины в Северной Америке [16, 17]. Зараженность древостоев *Phellinus tremulae* возрастает с возрастом [13, 15].

На каждом экземпляре осины проводилась визуальная оценка жизненного состояния, осмотр на предмет обнаружения плодовых тел грибов, измерение влажности древесины посредством влагомера универсального цифрового AR971 (точность прибора ±2%, тип датчика влажности – игольчатый). Параллельно с влажностью древесины измерялась и влажность плодовых тел грибов трутовика настоящего и трутовика ложного осинового.

В общей сложности было обследовано 127 вегетирующих (без признаков ослабления), ослабленных, сухостойных деревьев и валежных стволов осины, а также измерена влажность у 18 базидиом трутовика настоящего и 31 базидиомы ложного осинового трутовика.

### Результаты и обсуждение

Анализ полученных данных показал, что относительная влажность древесины у деревьев осины разного фитопатогенного статуса варьировала в очень широких пределах – от 6,5 до 39,5%. При этом пределы варьирования влажности у деревьев со скрытой гнилью и деревьев с явной гнилью, вызываемой разными видами трутовиков отличаются (табл. 1).

Наименьшее варьирование было отмечено у деревьев без внешних признаков поражения грибами; также незначительно изменялась влажность у ослабленных деревьев с плодовыми телами трутовика настоящего и у сухостойных деревьев с базидиомами ложного осинового трутовика (рис. 1). Наиболее широкие лимиты относительной влажности характерны для ослабленных осин и деревьев с признаками грибного поражения (в том числе – с базидиомами трутовиков). Можно предположить, что причиной ослабления ряда осин или их сухостойности является скрытая гниль, вызываемая тем или иным видом трутовика.

Таблица 1

Варьирование относительной влажности древесины у деревьев осины разного фитопатогенного статуса

Фитопатогенный статус деревьев	показатели		
	min	max	среднее
Деревья без базидиом	6,5	39,5	29,6
Деревья с базидиомами <i>Fomes fomentarius</i>	31	39	36,9
Деревья с базидиомами <i>Phellinus tremulae</i>	6,5	39,5	18,0

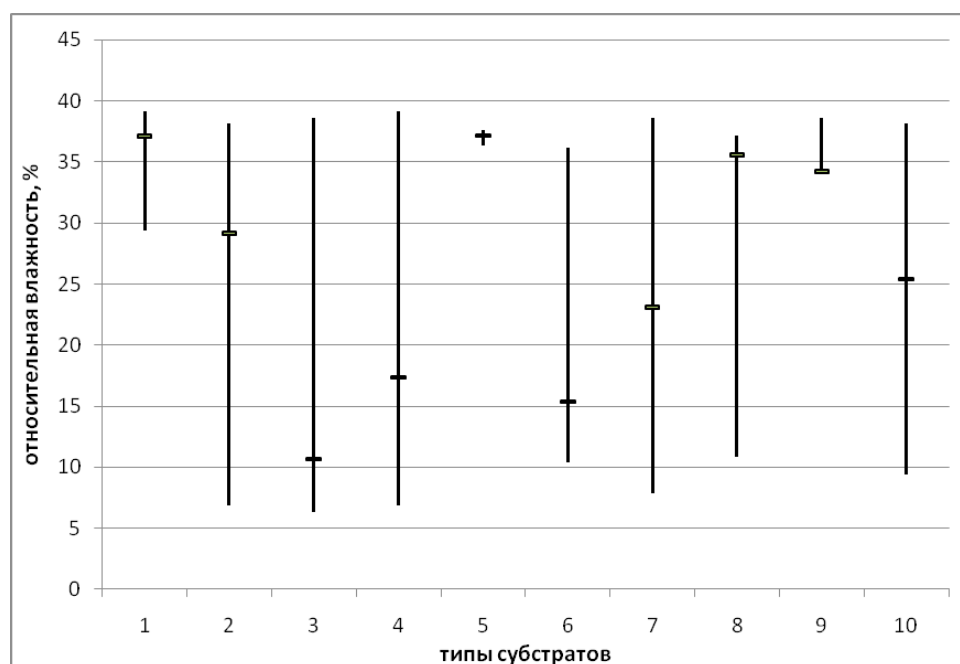


Рис. 1. Варьирование относительной влажности древесины у деревьев осины разного состояния: 1 – вегетирующие деревья без внешних признаков поражения; 2 – ослабленные деревья без базидиом; 3 – сухостойные деревья без базидиом; 4 – валежные стволы без базидиом; 5 – ослабленные деревья с базидиомами *Fomes fomentarius*; 6 – сухостойные деревья с базидиомами *Fomes fomentarius*; 7 – валежные стволы с базидиомами *Fomes fomentarius*; 8 – ослабленные деревья с базидиомами *Phellinus tremulae*; 9 – сухостойные деревья с базидиомами *Phellinus tremulae*; 10 – валежные стволы с базидиомами *Phellinus tremulae*

Анализ варьирования относительной влажности древесины осин разного состояния (вегетирующие, ослабленные, валежные стволы) в комплексе с наличием или отсутствием плодовых тел трутовиков (рис. 1) показал, что наиболее широко варьировала влажность древесины у валежных стволов осины, вне зависимости от наличия или отсутствия базидиом грибов. Можно предположить, что в гниении валежных стволов принимают участие многие грибные организмы, вследствие чего и влажность древесины может изменяться в широких пределах. Иная картина наблюдается в отношении вегетирующих и ослабленных осин, влажность древесины которых варьирует в пределах 2-10%. При этом минимальные лимиты влажности характерны для осла-

бленных осин с плодовыми телами *Fomes fomentarius*.

Можно предположить, что, производя увлажнение или иссушение древесины в ходе гниения, плодовые тела трутовиков также должны иметь определенные, вероятно достаточно устойчивые, показатели влажности своих плодовых тел. Исследования показали, что более высокая относительная влажность и ее незначительное варьирование характерны для плодовых тел трутовика настоящего (*Fomes fomentarius*); для базидиом ложного осинового трутовика (*Phellinus tremulae*) характерно и более широкое варьирование показателей влажности и значительно более низкие показатели средней влажности на субстратах всех типов (рис. 2).

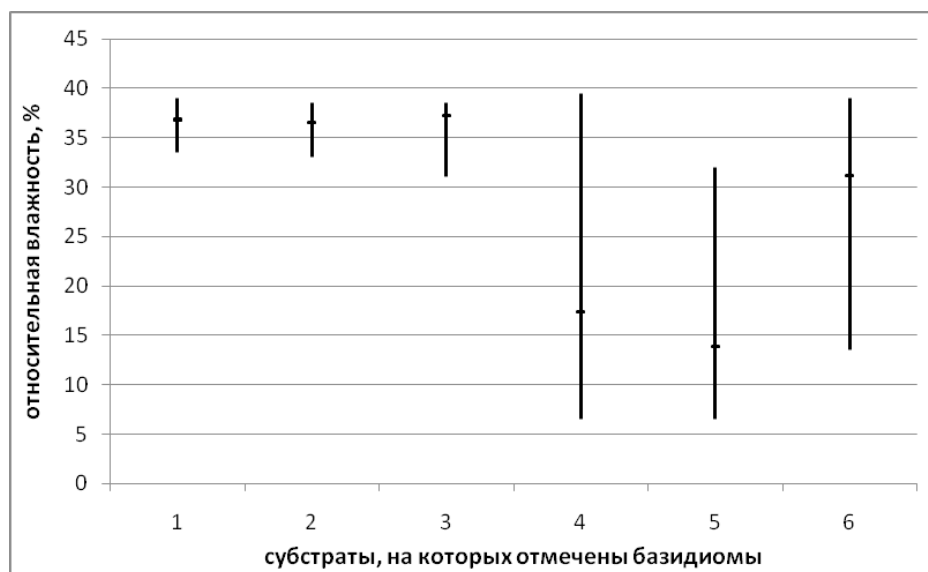


Рис. 2. Относительная влажность базидиом трутовых грибов на субстратах разных типов: *Fomes fomentarius* (1 – на ослабленных, 2 – на сухостойных осинах, 3 – на валежных стволах); *Phellinus tremulae* (4 – на ослабленных, 5 – на сухостойных осинах, 6 – на валежных стволах)

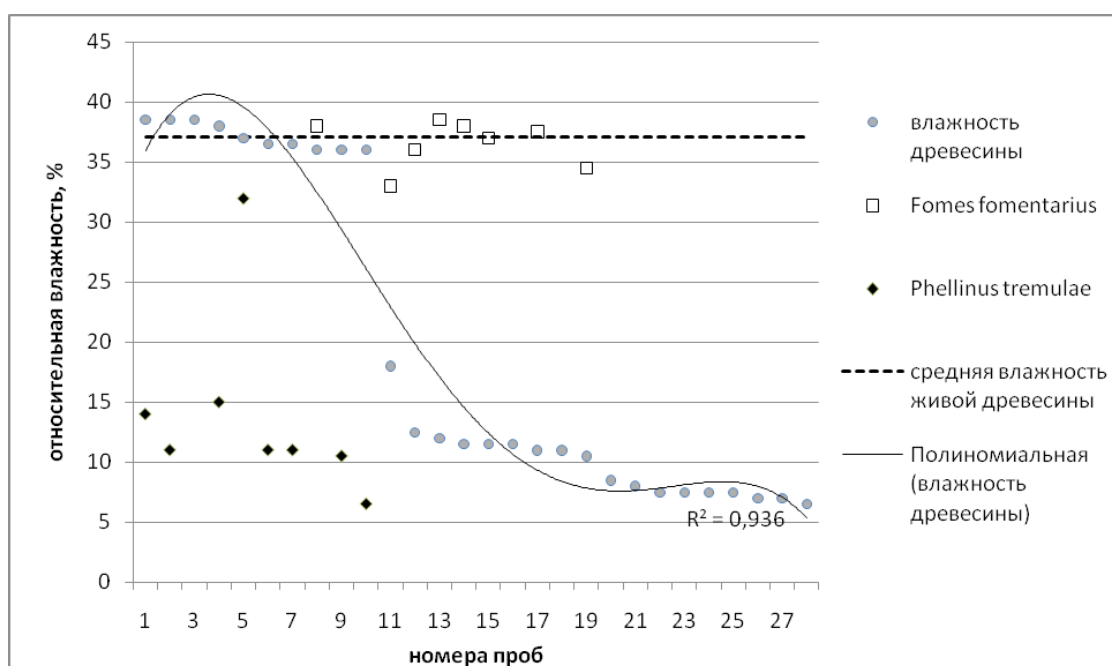


Рис. 3. Показатели относительной влажности плодовых тел трутовиков и древесины осины, находящейся на разных стадиях разложения

Рассматривая полученные данные с точки зрения баланса между относительной влажностью плодовых тел грибов с одной стороны и динамикой влажности древесины в ходе ее микогенной деструкции, можно сделать вывод, что для плодовых тел *Fomes fomentarius* характерно устойчиво высокие показатели влажности, при этом, в ходе распространения гниения в деревьях осины, наблюдается снижение влажности древе-

сины (иссушение). Плодовые тела *Phellinus tremulae* имеют меньшую собственную относительную влажность, определяя увеличение влажности древесины осин в процессе развития гнили (рис. 3).

В целом, во всех случаях выраженных гнилей, вызываемых указанными видами трутовиков, влажность гниющей древесины осин отличается от таковой у вегетирующих осин без явных признаков гнили.

Таким образом, нам удалось выявить интересный аспект физиологии и экологии гниения древесины, вызываемого некоторыми трутовыми грибами. Выявленная тенденция к «иссушению» или «заводнению» древесины в результате деятельности дереворазрушающих грибов дает основание для оценки вклада тех или иных видов в формирование экологических условий микроместообитаний в лесных биогеоценозах [9]. Кроме того, с практической точки зрения, использование универсального цифрового влагомера открывает новые перспективы выявления на ранних стадиях скрытых гнилей осин и определение гриба-агента гниения, что позволит оптимизировать лесопользование в соответствующих лесах.

#### Список литературы

1. Ванин С.И. Курс лесной фитопатологии. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. Ч.1. 326 с.
2. Варфоломеев А.Ю. Неразрушающий метод выявления скрытых участков гниения деревянных наружных стен зданий // *Материалы и конструкции*. 2009. № 6. С. 6-8.
3. Казанцева Л.К. К вопросу о скорости опадания древесины некоторых пород в условиях Полярного Урала // *Материалы отчетной сессии ин-та экологии растений и животных за 1968 г.* Свердловск, 1970. С. 83-86.
4. Картавенко Н.Т., Колесников Б.П. К вопросу о скорости распада порубочных остатков на сплошных вырубках // *Тр. Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР. Свердловск*, 1962. Вып. 28. С. 119-130.
5. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. 231 с.
6. Редуценты лесов Южного Приуралья: материалы к микобиоте и энтомофауне Оренбургской области / под ред. М.А. Сафонова. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 136 с.
7. Сафонов М.А. Трутовые грибы Оренбургской области. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2000. 152 с.
8. Сафонов М.А. Скорость микогенной деструкции древесины в лесах Южного Приуралья // *Вестник ОГУ*. 2006. № 2(52). С. 18-21.
9. Влияние деструкции древесины на температурный и влажностный режим в лесных биогеоценозах Южного Приуралья / М.А. Сафонов, Е.А. Булгаков, А.В. Остапенко, П.В. Тяпухин // *Вестник ОГУ*. 2013. № 10 (159). С. 333-335.
10. Степанова Н.Т., Мухин В.А. Основы экологии дереворазрушающих грибов. М.: Наука, 1979. 100 с.
11. Усольцев В.А. География удельной первичной продукции фитомассы лесов и неопределенности её оценки и интерпретации // *Эко-потенциал*. 2014. № 1 (5). С. 139-163.
12. Частухин В.Я., Николаевская М.А. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе. Л.: Наука, 1969. 324 с.
13. Basham J. T. Decay of trembling aspen // *Canadian Journal of Botany*. 1958. № 36(4). P. 491-505.
14. A multiplex PCR-method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees / F. Guglielmo, S.E. Bergemann, P. Gonthier et al. // *Journal of Applied Microbiology*. 2007. № 103. P. 1490-1507.
15. Hiratsuka Y., Loman A.A. Decay of aspen and balsam poplar in Alberta. Environ. Can., Can. For. Serv., North. For. Res. Cent., Edmonton, Alberta. Inf. Rep. NOR-X-262. 1984.
16. Parsons S., Lewis K.J., Psyllakis J.M. Relationships between roosting habitat of bats and decay of aspen in the sub-boreal forests of British Columbia // *For. Ecol. Management*. 2003. № 177 (1-3). P. 559-570.
17. Perala D.A. *Populus tremuloides* Michx. Quaking aspen // *USDA Forest Service, Silvics of North America. Vol. 2: Hardwoods. Agricultural Handbook 654, USDA*. 1990.