

УДК 630* 844.4

И. МЮЛЛЕР

Германия

ОПЫТЫ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОТ ПОСИНЕНИЯ

Представлены результаты опытов по подавлению влияния грибов синевы грибами-антагонистами.

Results of the experiments are presented on suppressing the influence of blueing fungi by fungi-antagonists.

Введение

Посинение – это сине-черно-серая окраска древесины, вызываемая коричневыми от меланина [18] грибковыми нитями. Изменяющие окраску древесины грибы не вызывают в ней сколько-нибудь значительного снижения содержания целлюлозы (а поэтому и статической прочности), но из-за дефектов в окраске ее рыночная стоимость значительно уменьшается.

По принятым в Германии нормам (4704, ч. 1, «Классификация хвойных пород по их устойчивости нагрузкам. Хвойные пиломатериалы») посинение допускается во всех товарных классах. Древесину с посинением используют при строительстве складских помещений или в сельском хозяйстве, изредка ее применяют для декоративных целей. Для окон и внутренней отделки ее почти не используют. Особенно в том случае, когда при нанесении лазури участки с посинением и без него из-за различного поглощения пигментов имеют разные цветовые оттенки. Несмотря на многочисленные попытки уменьшить посинение древесины хвойных и лиственных пород через улучшение условий ее хранения, перевозки и переработки, а также с помощью средств химической защиты, эта проблема остается пока нерешенной.

В некоторых странах для предотвращения посинения древесину обрабатывают водным раствором пентахлорфенолята натрия методом погружения или опрыскивания [13]. Из-за опасности для здоровья людей применение этих средств, а также импорт обработанной ими древесины с 1989 г. в Германии запрещены.

Во избежание заселения древесины грибами лесозаготовительные предприятия стараются заготовить ее в холодное время года или быстро ее

распилить и высушить. Можно уменьшить посинение, связанное с появлением короеда, если ствол окорить и быстро высушить его наружный слой.

В настоящее время предложено [17] использовать в качестве биологической защиты древесины от грибных болезней антагонистов в виде грибов или бактерий. Исследования в этом направлении проведены еще в 1934 г. Р. Вайндлингом [16].

В скандинавских странах и Великобритании уже давно используют гриб *Флебиопсис гигантеа* для защиты леса от возбудителя красной гнили *Гетеробазидион анносум*. Для этого поперечные срезы сосны покрывают водной суспензией антагониста, чтобы предотвратить их заселение из воздуха спорами этого гриба [12]. Однако многочисленные лабораторные и полевые испытания до сих пор не дали возможности выделить вещества для защиты от грибов складированной или уже используемой древесины на основе грибов-антагонистов и бактерий или продуктов их обмена [1, 2, 5 – 10, 13 – 15].

Нами предложено в качестве антагониста использовать вещество Картапип 97 фирмы «Клэриэнт корпорейшн» (бывшей «Сандоз хемикэлз»). Его применяют при производстве целлюлозы [4, 11] для уменьшения содержания смол в щепе. Вещество Картапип 97 имеет вид хлопьев из высушенных вымораживанием конидиоспор бесцветного грибкового штамма *Офиостомы пилиферум*, который в своей природной форме быстро заселяет кругляк, пиловочник и щепу. Применение его уже изучено для биологической защиты против посинения поперечных срезов кругляка (*Пинус ресиноза*) и щепы (*Пинус таэда*) [3].

Лабораторные опыты и их результаты

Влияние гриба *Офиостомы пилиферум* на окрашивающие грибы нами исследовано в лабораторных условиях [13].

Суспензию спор готовили на водопроводной воде или в 2 %-м растворе солода. Из нее выращивали грибницу до стадии проклевывания. В результате быстрого перемешивания питательной среды ростки образовывали шарики.

Для определения защитных возможностей *Офиостомы пилиферум* были выбраны вызывающие посинение грибы, которые поселяются на кругляке, пиловочнике и уже использованной древесине. Кроме того, было испытано несколько представителей других окрашивающих (прежде всего, хвойную древесину) групп грибов, часть из которых приведена в таблице.

Чтобы установить возможное сдерживающее воздействие *Офиостомы пилиферум* на рост гриба-вредителя, на 2 %-м солодовом агаре в течение месяца выращивали двойные (рис. 1) культуры *Офиостомы пилиферум* и окрашивающего гриба.

Вид окрашивающего гриба	Код	Взаимовлияние <i>Офиостомы пилиферум</i> и окрашивающих грибов на разных средах	
		Агар	Древесина
Грибы посинения			
<i>Ауреобазидиум пуллуланс</i>	П 268	1	2
<i>Кладоспориум гербарум</i>	Сп 44	–	2
<i>Дискула пиникола</i>	П 397	2	2
<i>Офиостома минор</i>	ЦБС 404.77	1	2
<i>Офиостома пилиферум</i>	ДСФ 484	2	2
<i>Фиалофора фастигиата</i>	Баарн 5. 85	1	2
<i>Фома эксигуа</i>	АТЦЦ 44740	2	2
<i>Сидовиа полиспора</i>	С 231	1	2
<i>Цератоцистис пицеае</i>	–	1	2
<i>Цератоцистис козрулесценс</i>	–	1	–
Плесневые грибы			
<i>Аспергиллус нигер</i>	К 58	1	2
<i>Триходерма вириде</i>	ДСМ 1963	1	–
Краснополосные грибы			
<i>Стереум сангуинолентум</i>	Мюнхен	2	2
<i>Трихаттум абиеatinum</i>	ЦБС 375-68	2	–
Плеснево-гнилостные грибы			
<i>Хаетомиум глобосум</i>	ЦЗ АТЦЦ 44753	2	2
<i>Паециломицес вариотиш</i>	АТЦЦ 44741	1	2
Грибы коричневой гнили			
<i>Антродия ваиллантиш</i>	ФПРЛ 14	1	3
<i>Кониофора путеана</i>	Ебв. 15	1	2
<i>Глоеофиллум абиеatinum</i>	Ебв. 68	2	3
<i>Глоеофиллум сепиариум</i>	Мюнхен	2	–
<i>Глоеофиллум трабеум</i>	Ебв. 109	1	3
<i>Лентинус лепидеус</i>	Ебв. 20	1	3
<i>Серпула лакриманс</i>	БАМ 133	–	3
<i>Тиромицес плацента</i>	ФПРЛ 280	3	3

Примечание. 1 – *Офиостома пилиферум* тормозит рост окрашивающего гриба и покрывает его собой; 2 – *Офиостома пилиферум* тормозит рост гриба; 3 – окрашивающий гриб подавляет и покрывает собой *Офиостому пилиферум*.

В опытах использовали образцы из заболони сосны *Пинус сильвестрис* осенней рубки с размерами 5 × 2,5 × 0,5 см (в касательном, продольном, радиальном направлениях). Они были изготовлены через несколько дней после рубки и стерилизованы в автоклавах. Культуру грибов выращивали в

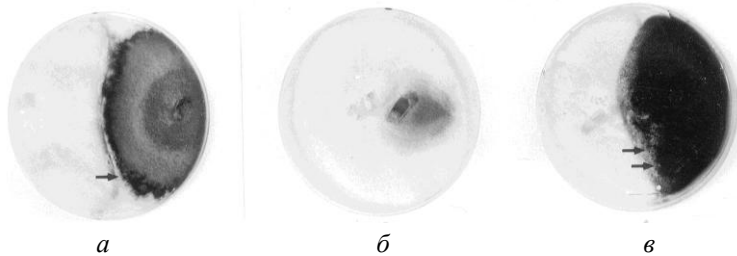


Рис. 1. Двойные культуры на агаре (слева – бесцветный штамм *Офиостомы пилиферум*, справа – гриб посинения): а – *Дискула пиникола*, б – *Фиалофора фастигиата*, в – *Ауреобазидиум пуллуланс* (одна стрелка – незаросшая зона торможения между колониями грибов; две стрелки – *Офиостома пилиферум* покрывает собой грибницу *Ауреобазидиум пуллуланс* темного цвета)

чашках Петри со стерилизованным вермикулитом, который как носитель влаги был насыщен водопроводной водой. В каждую чашку наряду с грибом-вредителем высевали *Офиостому пилиферум*. Контрольную чашку *Офиостомой пилиферум* не обрабатывали. Грибы высевали либо насыщением образца суспензией спор под вакуумом в дезинфицированном спиртом эксикаторе, либо клали на него инфицированные щепки. Грибы-вредители наносили при помощи поросших грибницей злаковых зерен. За образцами наблюдали в течение полугода.

Двойные культуры на агаре (продукт Картапип 97 на основе *Офиостомы пилиферум* и окрашивающий гриб) показали их различное взаимодействие (см. таблицу). Рост грибницы вредителя тормозился в тех случаях, когда *Офиостома пилиферум* и гриб-вредитель росли навстречу друг другу, образуя либо свободную зону торможения, либо соприкасаясь. Такое торможение роста наблюдалось у трех возбудителей посинения, у обоих краснополосных грибов, у грибов коричневой гнили (*Глеофиллум абиетинум*, *Глеофиллум сепиариум*) и у плеснево-гнилостного гриба *Хаетомиум глобусум*. На рис. 1, а, б в качестве примера показаны двойные культуры *Офиостомы пилиферум* с *Дискула пиникола* и *Фиалофора фастигиата*.

В другом варианте, когда обе грибницы также растут навстречу друг другу, но при более длительном культивировании, второй гриб покрывает собою *Офиостому пилиферум* (*Цератоцистис пицеае*). Частично это наблюдалось у плесневых грибов и плеснево-гнилостного гриба *Паециломицес вариотии*, в полной степени – у грибов коричневой гнили *Антродия виллантши*, *Кониофора путеана*, *Глеофиллум трабеум* и *Тиромицес плацента*.

Ярко выраженное торможение роста вредителей с помощью *Офиостомы пилиферум* отмечено, когда он вращал в зону грибницы гриба-вредителя (например шесть случаев из десяти у грибов посинения в таблице и на рис. 1, в).

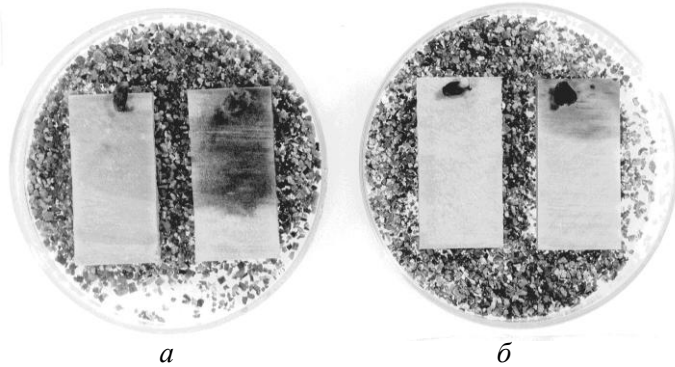


Рис. 2. Сдерживающее влияние *Офиостомы пилиферум* на рост грибов посинения *Фома эксигуа* (а) и *Ауреобазидиум пуллуланс* (б) и изменение ими окраски древесины (в каждой чашке справа расположены в различной степени подвергшиеся посинению образцы, слева – обработанные *Офиостомой пилиферум*; в верхней части образцов находится инфицированное грибом посинения злаковое зерно)

Офиостома пилиферум сдерживал рост у значительной части грибов посинения, а следовательно, препятствовал изменению окраски древесины. На рис. 2 в качестве примера показаны снижение посинения у *Фома эксигуа* и полная защита у *Ауреобазидиум пуллуланс*. Образцы слева перед заражением грибом посинения были инфицированы суспензией *Офиостома пилиферум*, справа – только возбудителем посинения. *Офиостома пилиферум* сдерживал рост плесневого гриба *Аспергиллус нигер*, гриба *Стереум сангуинолентум* и обоих плеснево-гнилостных грибов.

Производственные испытания

Для проведения производственных испытаний навеску продукта Картапип 97 (1 г) растворяли в 20 л воды (0,005 %-й раствор). Затем на лесопильном заводе боковые доски, выпиленные из свежесрубленных сосен, опрыскивали с обеих сторон с помощью распылителя этим раствором (100 мл на 1 м³ досок). Доски имели различную ширину при длине 2 м и толщине 2,5 см.

После обработки раствором их укладывали в штабель под деревянным навесом на расстоянии 50 см от пола. В штабеле слои досок отделяли новыми прокладками толщиной 1,5 см. Из штабеля высотой 1 м и шириной 1 м было убрано несколько досок для размещения датчиков температуры и влажности. С торцов эти отверстия были закрыты, чтобы исключить большую циркуляцию воздуха в штабеле.

Рядом из таких же досок, но без предварительной их обработки, был сооружен штабель таких же размеров.

Внешний осмотр штабелей в первые три недели проводили дважды, а затем раз в неделю. В первые три недели в штабеле зафиксирована температура 3 ... 10 °С (в 4-й день было 14 °С). Относительная влажность возду-

ха составляла 95 ... 100 %. В это время невооруженным глазом нельзя было на поверхности досок обнаружить рост грибницы. На 4-й неделе в штабеле температура поднималась до 10 ... 20 °С, а две ночи она опускалась до 16 °С. Через несколько дней после повышения температуры на обработанных досках отчетливо был виден рост грибницы, на отдельных наружных досках в местах последних годовых колец отмечен рост плесневых грибов. На необработанных досках наблюдался рост грибов посинения и плесневых грибов.

Через три месяца после окончания опыта доски обстругали. На предварительно обработанных (Картапип 97) досках отмечено очень незначительное изменение окраски глубоко лежащих слоев древесины, в основном вокруг сучьев. Доски из необработанного штабеля имели явное посинение от разросшихся грибов. Вероятно, из-за низких температур в начале опыта посинению подверглась не вся заболонь. После того, как поверхность досок слегка обсохла, условия для роста грибов посинения ухудшились, что и ослабило дальнейший рост грибницы.

В качестве следующего объекта исследования был использован сосновый свеженарезанный штакетник. Поскольку этот штакетник имел высокую влажность, его пропитывали под давлением в специальной установке. Чтобы приблизительно определить влияние противогрибковой обработки древесины Картапипом 97 на высыхание и пропитываемость, штакетник взвешивали до его пропитки под давлением по истечении 6-недельной сушки и после пропитки деревозащитным составом. В ходе эксперимента выявлена почти одинаковая высыхаемость обработанных (сокращение веса с 13,81 до 10,06 кг, число измерений $n = 55$) и необработанных (с 14,2 до 10,39 кг, $n = 40$) штакетин.

Расчеты показали, что 1 м³ древесины, обработанной под давлением Картапип 97, впитывает в среднем 271,67 кг раствора, а необработанной – 251,92 кг, т.е. обработанные пробы впитывают на 8 % больше. Однако большие отклонения в техническом регламенте первичной сушки древесины и в процессе поглощения раствора при пропитке не позволяют сделать определенных выводов, тем более, что влажность древесины при проведении опытов не учитывалась. В этом направлении требуется проведение дополнительных исследований.

В опыте со штакетником при приблизительно одинаковом количестве нанесенного вещества рост грибов протекал как и в первом опыте. Необработанные образцы подвергались значительно большему посинению. На обработанных Картапип 97 образцах оно появилось только у сучьев, которые раньше частично были поражены грибами посинения. Обработанный штакетник после его пропитки под давлением был немного светлее необработанного, что можно объяснить наличием на поверхности древесины окрашенного слоя грибницы.

Выводы

Препарат Картапип 97 был разработан для выведения из щепы хвойной древесины смолы, препятствующей получению целлюлозы. С его

помощью удалось улучшить свойства целлюлозы и повысить ее выход. Это можно отнести на счет того, что Картапип 97 противодействует грибам, разрушающим древесину. Разложение смол и снижение посинения щепы приводит в свою очередь к снижению расхода варочного раствора. Очевидно, Картапип 97 препятствует посинению пиломатериалов из сосны. При этом влияние гриба на пропитываемость древесины и обработку ее поверхности лазурью и лаками необходимо исследовать дополнительно. Выявление поражения древесины у сучьев позволяет сделать вывод, что обработку следует производить по возможности раньше, так как она может быть уже заселена спорами грибов, вызывающих изменение окраски, и Картапип 97 не воспрепятствует этому. Предварительная обработка поперечных разрезов дерева и мест обрубки сучьев уже в лесу могла бы предотвратить заселение их спорами грибов-вредителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Benko R. Biological control of blue stain on wood with *Pseudomonas* seracia 6253. Laboratory and field tests. IRG/WP/1380. - 1989. - P.6. [2]. Bernier R., Desrochers M., Jurasek L. Antagonistic effect between *Bacillus subtilis* and wood staining fungi //J. Inst. Wood Sci. - 1986. - 10. - P. 214-216. [3]. Blanchette R.A., Behrendt C.J., Farrell R.A. Biological protection of sapstain for the forest products industry //Tappi Proc. - 1994. - P. 77-80. [4]. Brush T.S., Farrell R.A., Ho C. Biodegradation of wood extractives from southern yellow pine by *Ophiostoma piliferum* //Tappi J. - 1994. - 77. - P. 155-159. [5]. Croan S.C., Highley T.L. Controlling the sapstain fungus *Ceratocystis coerulea* by metabolites obtained from *Bjerkandera adusta* and *Talaromyces flavus* //IRG/ WP/93 - 100024. - 1993. - P. 15. [6]. Evaluation of *Bacillus subtilis* C 186 as a potential biological control of sapstain and mould on unseasoned lumber / K.A. Seifert, W.E. Hamilton, C. Breuil, M. Best // Can. J. Microbiol. - 1987. - 33. - P. 1102-1107. [7]. Florence E.J.M., Sharma J.K. Botryodiplodia theobromae associated with blue staining in commercially important timbers of Kerala and its possible biological control // Material Organismen. - 1990. - 25. - P. 193-199. [8]. Graf E. Biologischer Holzschutz – Möglichkeiten und Grenzen. - Holzschutztagung: DGFH, 1992. - S. 21-32. [9]. Kreber B., Morrell J.J. Ability of selected bacterial and fungal bioprotectants to limit fungal stain in *Ponderosa pine* sapwood // Wood Fiber Sci. - 1993. - 25. - P. 23-34. [10]. Potential for biological protection against blue stain in *Populus tremuloides* with a hyphomycetous fungus, *Stachybotrys cylindrospora* / Y. Hiratsuka, P. Chakravarty, S. Miao, W.A. Ayer // Can. J. For. Res. - 1994. - 24. - P. 174-179. [11]. Reduction of resin content in wood chips during experimental biological pulping processes / K. Fischer, M. Akhtar, R.A. Blanchette et al. // Holzforschung. - 1994. - 48. - P. 285-290. [12]. Rishbeth J. Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Peniophora gigantea* // Ann. Appl. Biol. - 1963. - 52. - P. 63-77. [13]. Schmidt O. Holz- und Baumpilze. - Springer: Berlin, 1994. - 246 s. [14]. Stranks D.W. Scytalidin, hyalodendrin, cryptospiosin – antibiotics for prevention of blue stain in white pine sap-wood // Wood Sci. - 1976. - 9. - P. 110-112. [15]. Walchli O. Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von Insekten und Pilzen im Holzschutz // Holz-Zentralblatt. - 1982. - 108(136). - S. 1946, 1948. [16]. Weindling R. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi // Phytopathol. - 1934. - 24. -

P. 1153-1179. [17]. Willeitner H. Was bedeuten naturlicher, biologischer und alternativer Holzschutz? // Holz-Zentralblatt. - 1984. - 110(46). - S. 698, 699. [18]. Zink P., Fengel D. Studies on the coloring matter of blue-stain fungi// Holzforschung. - 1989. - 43. - P. 371-374.

Поступила 21 марта 1996 г.