

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 пулдуланс</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

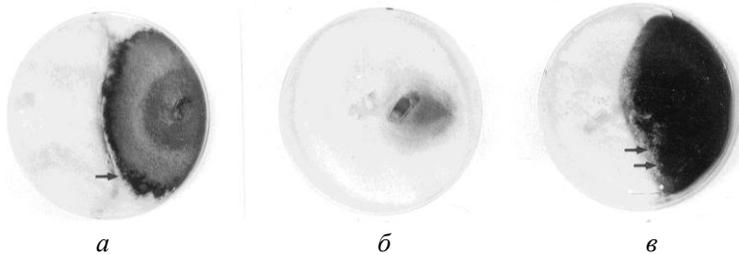


Рис. 1. Двойные культуры на агаре (слева – бесцветный штамм *Офиостомы пилиферум*, справа – гриб посинения): а – *Дискула пиникола*, б – *Фиалофора фастигиата*, в – *Ауреобазидиум пуллуланс* (одна стрелка – незаросшая зона торможения между колониями грибов; две стрелки – *Офиостома пилиферум* покрывает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

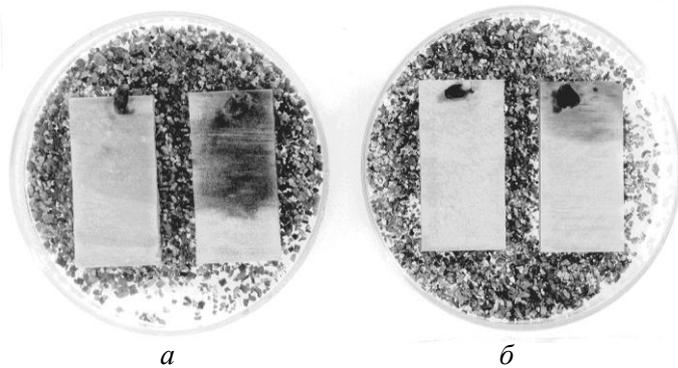


Рис. 2. Сдерживающее влияние *Офиостомы пилиферум* на рост грибов посинения *Фома эксигуа* (а) и *Ауреобазидиум пуллуланс* (б) и изменение ими окраски древесины (в каждой чашке справа расположены в различной степени подвергшиеся посинению образцы, слева – обработанные *Офиостомой пилиферум*; в верхней 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 м<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup> 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, cryptospirosin – 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 natürlicher, 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.