



# Дереворазрушающие свойства сибирских штаммов *Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen (Agaricomycetes: Physalacriaceae)



Е.А. Литвинова<sup>1,2</sup>, Ю.А. Литовка<sup>1,2</sup>, Д.В. Голубев<sup>1</sup>, И.Н. Павлов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, ФИЦ КНЦ, Красноярск

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

Комплекс грибов *Armillaria mellea sensu lato* объединяет свыше 40 видов, существенно отличающихся по фитопатогенным свойствам. Куртинное усыхание деревьев при воздействии агрессивных патогенов протекает стремительно и, как правило, без предварительного ослабления древостоя.

В лесах Красноярского края на площади, ограниченной с севера 58° с. ш. и с юга 52° с. ш., доминирует вид *Armillaria borealis*, характерной особенностью которого является образование веера мицелия под корой ослабленных и усыхающих деревьев различных пород, а также на пихте *Abies sibirica* Ledeb. без признаков ослабления (рис. 1).

Дереворазрушающие свойства *A. borealis* обусловлены, в первую очередь, синтезом комплекса гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. При появлении первых симптомов поражения (дехромация хвои, истечение смолы) следует ожидать достаточно быстрое усыхание дерева.



Рис. 1 – Плодовые тела *A. borealis* (слева сверху), веер мицелия под корой дерева (справа сверху), морфология колонии *in vitro* (внизу).

## Объекты и методы исследования

Штаммы *A. borealis* изолированы из базидиом, базидиоспор и пораженной древесины. Видовая идентификация установлена в результате скрещивания моноспоровых культур с тестерами европейских и китайских видов и подтверждена секвенированием участков генетических маркеров ITS и TEF-I alpha с использованием оборудования ЦКП «Инновационные технологии защиты растений» ФГБНУ ВИЗР (Санкт-Петербург–Пушкин) и ЦКП «Геномика» ИХБФМ СО РАН (Новосибирск).

Методы исследования:

- экспресс-метод на наличие лигнолитических и целлюлолитических ферментов *in vitro*;
- количественное определение фенолоксидазной активности в глубинной и поверхностной твердофазной культуре гриба;
- определение биохимических превращений древесного субстрата после биоконверсии.

## Лигнолитическая активность

Сибирские штаммы *A. borealis* синтезируют спектр ферментов, способных к глубокой биодеструкции древесины. Высокой лигнолитической активностью характеризуются 62% исследуемых культур с индексом оксидазной активности 5–9 ед. (рис. 2). При культивировании на средах с растительными компонентами все изученные культуры *A. borealis* продуцировали фермент фенолоксидазу. Максимальная ферментативная активность отмечена при твердофазном культивировании и глубинном культивировании с добавлением индуктора – до 1,2 ед./гхс.

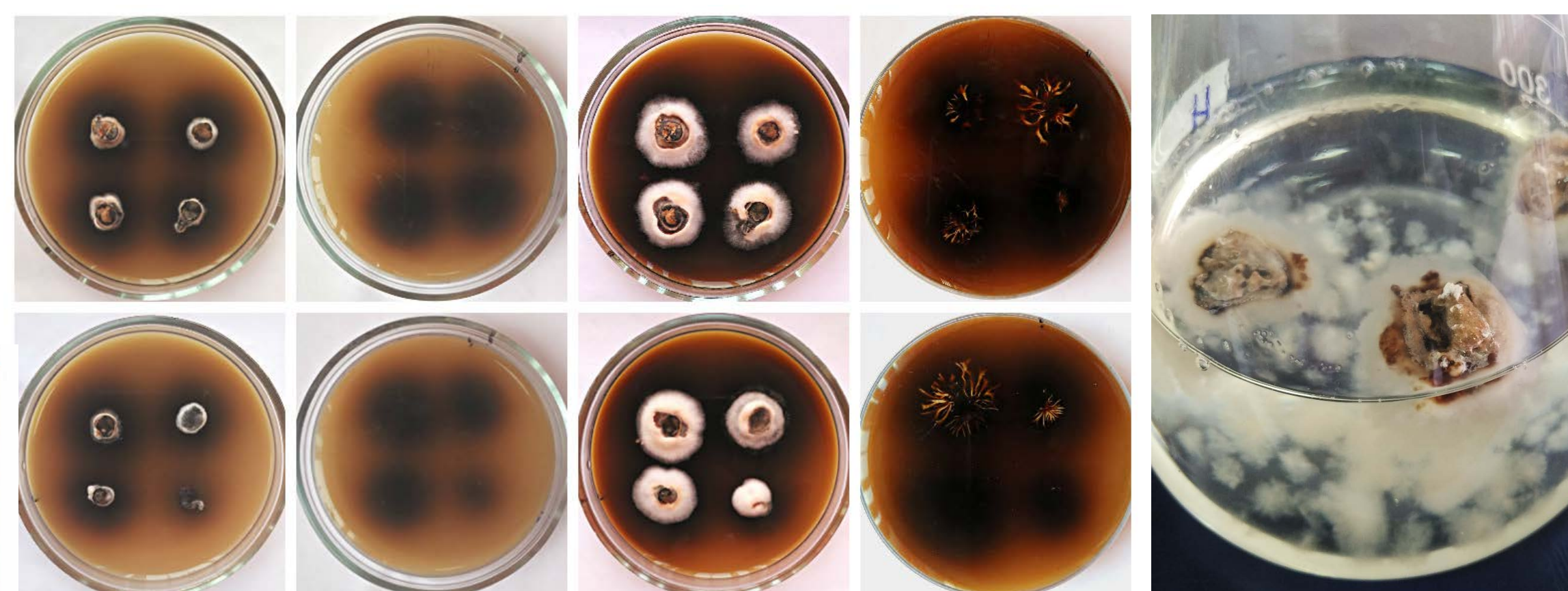


Рис. 2 – Оксидазный тест и глубинное культивирование

## Контакты

Литовка Юлия Александровна  
ИЛ СО РАН, СибГУ им. М.Ф. Решетнева  
E-mail: litovkajul@rambler.ru

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-44-242145.

## Целлюлолитическая активность

Максимальные значения индекса целлюлазной активности (5–6 ед.) отмечены у 37% штаммов (рис. 3).



Рис. 3 – Целлюлазный экспресс-тест

## Степень деструкции древесины

В древесине пихты сибирской на долю лигно-углеводной составляющей приходится 92,5% от общего количества абсолютно сухого субстрата; сумма полисахаридов составляет 59,4%; негидролизуемый остаток, включая лигниновые вещества – 33,1%. При твердофазной ферментации древесины (рис. 4) отмечена различная, но достаточно высокая дереворазрушающая активность всех исследуемых штаммов *A. borealis*. Убыль массы субстрата составила 8–13%. Отмечена общая тенденция снижения количества полисахаридов (в 1,3–1,5 раза), преимущественно за счёт ферментализации трудногидролизуемой фракции на фоне уменьшения концентрации лигниновых веществ в 1,2–1,3 раза по сравнению с исходным субстратом.



Рис. 4 – Твердофазное культивирование *A. borealis* на растительных субстратах