

Литература

1. Бобринев В.П. Ускоренное выращивание древесных пород. – Новосибирск: Наука, 1987. – 190 с.
2. Бобринев В.П., Пак Л.Н., Фищенко В.В. Кедровые леса Восточного Забайкалья. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 264 с.
3. Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1990. – 120 с.
4. Торопогрицкий Д.П. Влияние условий влияния семян на их устойчивость и рост в культурах // Лесо-выращивание и лесовосстановление. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1965. – С. 6–12.
5. Шубин В.И., Чеснокова Н.Ф. Значение применения минеральных удобрений в лесных питомниках для последующего роста культур на вырубках // Удобрения и гербициды в лесном хозяйстве Европейского Севера СССР. – Л.: Наука, 1971. – С. 51–73.
6. Храмов П.П. Влияние применения минеральных удобрений в питомниках на последующий рост сосны в культурах // Проблемы лесовосстановления. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – С. 28–91.



УДК 632.9

Е.П. Ланкина, С.В. Хижняк

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВСТРЕЧАЕМОСТИ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ К ФИТОПАТОГЕННЫМ ГРИБАМ В БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПОЧВ, ПОЧВОПОДОБНОМ СУБСТРАТЕ И КАРСТОВЫХ ПЕЩЕРАХ

Выявлено, что встречаемость бактерий, проявляющих антагонизм к фитопатогенным грибам р.р. Bipolaris, Fusarium, Alternaria, в пещерных сообществах Средней Сибири статистически значимо ($p < 0,05$) выше, чем в почвах и почвоподобном субстрате.

Ключевые слова: бактерии-антагонисты, фитопатогенные грибы, карстовые пещеры, микробные сообщества почв.

Е.Р. Lankina, S.V. Khizhnyak

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI BACTERIAL ANTAGONISTS OCCURRENCE IN BACTERIAL COMMUNITIES OF SOILS, SOIL-LIKE SUBSTRATE AND KARST CAVES

It is established that the occurrence of the bacteria, showing antagonism to phytopathogenic fungi belonging to genera Bipolaris, Fusarium, Alternaria in cave communities of Middle Siberia is statistically significantly ($p < 0,05$) higher, than in soils and soil-like substrate.

Key words: bacterial antagonists, phytopathogenic fungi, karst caves, soil microbial communities.

Введение. Современные представления о биологических средствах защиты растений от болезней основаны на использовании эволюционно сложившихся в природе межвидовых взаимоотношений микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов. Благодаря биологическим методам возникает возможность сокращения числа химических обработок и восстановления численности природных популяций естественных врагов. В настоящее время биологический метод рассматривается как составная часть интегрированной системы защиты и применяется в комплексе с другими мерами борьбы с вредными организмами [3, 10, 11].

Проблема применения имеющихся биопрепаратов заключается в их малой эффективности при низких температурах начала вегетации, особенно – в Сибири и в других регионах с аналогичным климатом. Другой проблемой является потенциальная опасность используемых в биопрепаратах микроорганизмов для людей и для сельскохозяйственных животных при промышленном применении.

Данные проблемы можно решить при помощи микроорганизмов, эволюционно адаптированных к низкотемпературным условиям. Подобные микроорганизмы сочетают способность к росту при низких температурах, характерных для начала вегетационного периода, с неспособностью к росту при температуре человеческого тела. Ранее было показано, что уникальным природным источником таких микроорганизмов являются сухогалерейные карбонатные карстовые пещеры Средней Сибири [6–9].

Цель исследования. Проведение сравнительного анализа встречаемости бактерий-антагонистов к фитопатогенным грибам в бактериальных сообществах почв, почвоподобных субстратах и карстовых пещерах.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили микробные сообщества карстовых известняковых пещер Красноярского края: Водораздельная, Маячная и Женевская. Протяжённость ходов соответственно 2500 м, 1100 и 6020 м; глубина – 177 м, 60 и 90 м, геологический возраст около 20 млн лет [5].

Объектами для сравнения служили микробные сообщества почв (почва, взятая из-под растений пшеницы Тулунская-12, садово-огородная почва, дерново-луговая почва, почва из-под комнатных растений) и полученный в результате биоконверсии растительных остатков почвоподобный субстрат, предоставленный канд. биол. наук Н.С.Мануковским (Институт биофизики СО РАН).

Тест-объектами служили фитопатогенные грибы р.р. *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, выделенные авторами из поражённых органов ячменя и пшеницы.

Выделение бактерий проводили на модифицированной среде Чапека, ПД-агаре и олиготрофной среде, содержащей 5% среды Чапека и 5% ПД-агара. Первичный скрининг перспективных штаммов антагонистов проводили методом совместного культивирования. Количественную оценку антибиотической активности проводили по подавлению прорастания конидий фитопатогенных грибов в культуральном фильтрате бактерий-антагонистов [1, 2, 4].

Математическую обработку результатов исследований проводили стандартными методами классической и многомерной статистики с использованием пакета анализа MS Excel и программы StatSoft STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Бактерии, проявляющие статистически значимую антибиотическую активность по отношению к фитопатогенным грибам, были обнаружены во всех изучаемых сообществах.

Анализ по критерию χ^2 , факторный анализ и дискриминантный анализ показали, что между изученными почвами нет статистически значимых различий ни по относительной встречаемости антагонистов, ни по спектру их активности в отношении тест-культур (рис. 1, табл.).

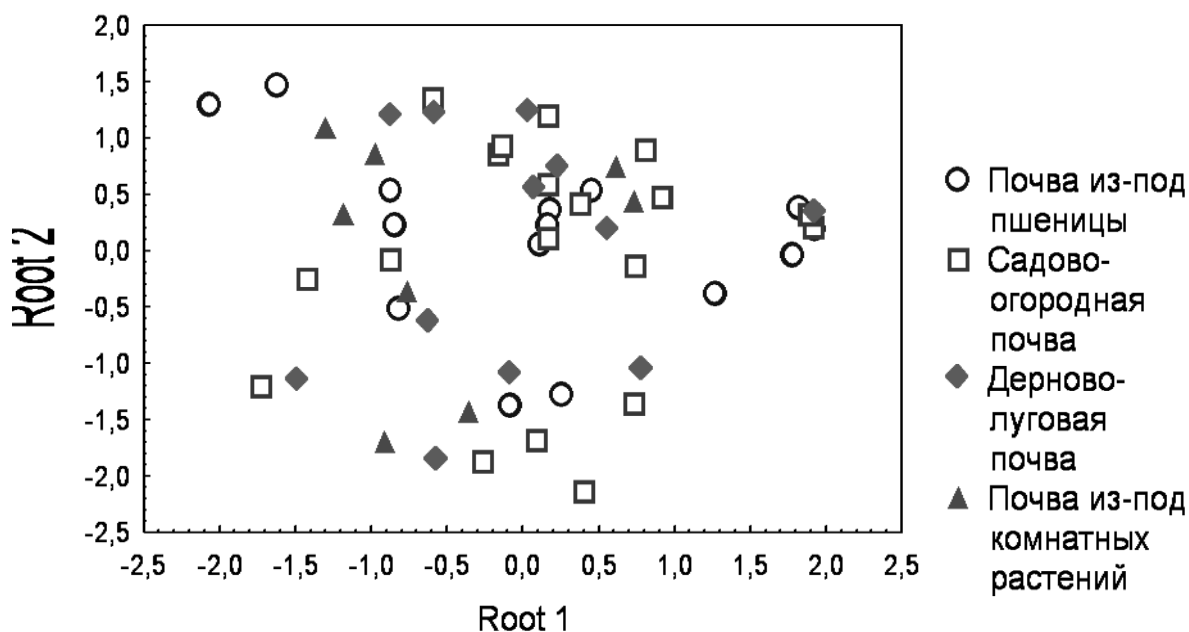


Рис. 1. Проекция изолятов, выделенных из разных почв, на оси дискриминации по их способности подавлять рост тест-культур

Уровни значимости (p) различия между разными почвами по интенсивности и спектру антифунгальной активности выделенных из них изолятов (по результатам дискриминантного анализа)

Показатель	Садово-огородная почва	Дерново-луговая почва	Почва из-под комнатных растений
Почва из-под пшеницы	0,860544	0,870477	0,373752
Садово-огородная почва	-	0,842438	0,293519
Дерново-луговая почва	-	-	0,608731

Кроме этого не обнаружено статистически значимых различий по встречаемости антагонистов и их активности между почвами и почвоподобным субстратом.

В то же время исследования показали, что встречаемость антагонистов и их активность в отношении тест-культур в пещерных грунтах статистически значимо ($p < 0,05$) выше, чем в почвах и в почвоподобном субстрате. Это отмечено только в участках пещер, характеризующихся исторически длительным (судя по костным останкам – с плейстоцена), но мало интенсивным поступлением экзогенного органического вещества и низким уровнем антропогенного загрязнения. Относительная встречаемость и антибиотическая активность антагонистов в участках пещер с высоким уровнем антропогенного загрязнения соответствуют аналогичным показателям для почв и почвоподобного субстрата (рис. 2).

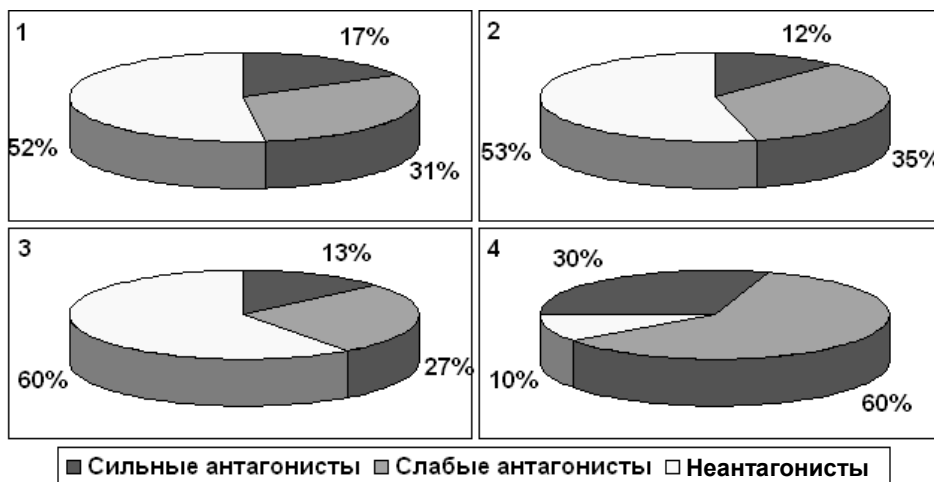


Рис. 2. Относительная встречаемость сильных (подавление тест-культуры на 75–100%) и слабых (подавление тест-культуры на 20–75%) антагонистов в среднем для изученных почв (1), в почвоподобном субстрате (2), в участках пещер с высоким уровнем антропогенного загрязнения (3), в участках пещер с низким уровнем антропогенного загрязнения (4) на примере антагонистов к грибам р. *Bipolaris*

Наблюдаемый феномен можно объяснить тем, что в условиях интенсивного антропогенного загрязнения в пещерах создается избыток органического вещества, что снижает конкуренцию за субстрат и позволяет развиваться микроорганизмам, не обладающим антагонистической активностью по отношению к потенциальным конкурентам.

Все выделенные в изучаемых пещерах антагонисты не способны к росту при температуре человеческого тела и, таким образом, не представляют опасности для человека и теплокровных животных.

Выводы

1. Встречаемость бактерий, проявляющих антагонизм к фитопатогенным грибам р.р. *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, в пещерных сообществах Средней Сибири статистически значимо ($p < 0,05$) выше, чем в почвах и почвоподобном субстрате.

2. Ключевым фактором, определяющим встречаемость антагонистов, является интенсивность притока органики; максимальное число антагонистов наблюдается в пещерах с небольшим, но исторически длительным притоком органического вещества и малым уровнем антропогенного загрязнения в настоящее время.

Литература

1. Kope H.H., Fortin J.A. Antifungal activity in culture filtrates of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius* // Canadian Journal of Botany. – 1990. – Vol. 68. – P. 1254–1259.
2. An Antibiotic Complex from *Lysobacter enzymogenes* Strain C3: Antimicrobial Activity and Role in Plant Disease Control / S. Li [et al.] // Phytopathology. – 2008. – Vol. 98. – P. 695–701.
3. Perelló A.E. Status and progress of biological control of wheat (*Triticum aestivum* L.) foliar diseases in Argentina // Fitosanidad. – 2007. – Vol. 11. – № 2. – P. 15–25.
4. Rajeswari P., Kannabiran B. In Vitro Effects of Antagonistic Microorganisms on *Fusarium oxysporum* [Schlecht. Emend. Synd & Hans] Infecting *Arachis hypogaea* L. // Journal of Phytochemistry. – 2011. – Vol. 3. – P. 83–85.
5. База знаний спелеологии. – URL: <http://www.krasspeleo.ru/doku.php>.

6. Ланкина Е.П., Хижняк С.В., Кимм А.А. Перспективы использования пещеры Маячная в качестве источника психрофильных и психротолерантных бактерий // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 8. – С. 69–71.
7. Хижняк С.В., Таушева И.В., Маящих И.Н. Микрофлора пещер окрестностей г. Красноярска // Вестн. КрасГАУ. – 1999. – № 5. – С. 80–84.
8. Хижняк С.В., Березикова А.А., Таушева И.В. Некоторые биологические особенности бактерий, выделенных в пещерах Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 2002. – № 8. – С.132–135.
9. Психрофильные и психротолерантные гетеротрофные микроорганизмы карстовых полостей Средней Сибири / С.В. Хижняк [и др.] // Экология. – 2003. – № 4. – С. 261–266.
10. Штерншиц М.В. Роль и возможности биологической защиты растений // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С. 14–16.
11. Биопрепараты в защите растений / М.В. Штерншиц [и др.]. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. аграр. ун-та, 2003. – 140 с.



УДК 574.4+630*181.351

В.И. Уфимцев

ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ В АСПЕКТЕ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА АТМОСФЕРЫ

*В статье представлены результаты исследования надземной фитомассы насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих на участках рекультивации угольных месторождений Кузбасса. Определены параметры густоты древостоев для успешного депонирования углерода атмосферы.*

Ключевые слова: отвалы вскрышных пород, сосна обыкновенная, фитомасса, депонирование углерода.

V.I.Ufimtsev

THE OVERGROUND PHYTOMASS FORMATION OF THE PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) WOOD PLANTINGS ON ROCK DUMPS IN THE ASPECT OF ATMOSPHERE CARBON DEPOSITION

*The research results of the pine (*Pinus Sylvestris* L.) wood planting overground phytomass growing on the recultivated coal field plots in Kuznetsk Basin are presented in the article. The forest stand density parameters for successful atmosphere carbon deposition are determined.*

Key words: stripping rock dumps, *Pinus Sylvestris* L., phytomass, carbon deposition.

Введение. Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере неизбежно приводит к повышению среднегодовой температуры Земли, активизации глобальных атмосферных катаклизмов. Киотский протокол, подписанный и ратифицированный Российской Федерацией в 1994 году, подчеркивает важность исследований содержания и динамики углерода в надземных и водных экосистемах, их вклада во взаимодействие глобальных процессов, происходящих в биосфере.

Из всей массы углерода, сконцентрированного в растениях земного шара, 92% содержится в лесных экосистемах. В растениях всех других экосистем суши аккумулировано около 7% углерода, а в растительных организмах океана – меньше 1% [7, 10]. Поэтому лесам отводится важнейшая роль в регулировании углеродного цикла. В связи с хозяйственной деятельностью человека, которая привела к значительному сокращению лесных массивов на планете, углеродный баланс атмосферы претерпевает серьезные изменения в сторону увеличения содержания углекислого газа.

Одним из наиболее существенных последствий является интенсивное развитие горнодобывающей промышленности. Особенно велики негативные последствия при открытой добыче полезных ископаемых, при которой лесные экосистемы уничтожаются полностью. Поэтому расширение площадей под лесами, повышение их продуктивности являются необходимым условием замедления и нейтрализации процессов накопления углерода в атмосфере.

Новообразованные техногенные ландшафты – отвалы вскрыши вмещающих горных пород – на начальном этапе своего существования обладают стерильностью и не участвуют в глобальном углеродном цикле. По мере формирования благоприятных для поселения и произрастания растительности экологических условий на отвалах формируются растительные сообщества, которые могут рассматриваться как объ-