

карбамид, 1-нафтилкарбамид и пропилтиокарбамид) в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, полученные с использованием метода двойных микроразведений.

Показано, что все испытанные вещества в определенной степени обладали активностью в отношении бактериальных тест-культур. Исследуемые соединения влияли на рост *Burkholderia cenocepacia* К 56-2 и *Pseudomonas aeruginosa* PA01. По отношению к *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 не проявлял активности трибутилкарбамид, 1-нафтилкарбамид и пропилтиокарбамид обладали антибактериальной активностью в отношении *Escherichia coli* ATCC 25922, диметиламинкарбамид, 1-нафтилкарбамид – в отношении *Klebsiella pneumoniae* BDU44. 1-нафтилкарбамид подавлял рост всех испытанных тест-культур.

Поступила в редакцию 15.03.2017

УДК 630.443.3

СКРИНИНГ ИЗОЛЯТОВ *PHLEBIOPSIS GIGANTEA*, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОПРЕПАРАТА ПРОТИВ КОРНЕВОЙ ГУБКИ

Т. В. РОМАНОВСКАЯ¹, А. А. АРАШКОВА¹,
А. М. ТРИГУБОВИЧ¹, Э. И. КОЛОМИЕЦ¹,
В. Б. ЗВЯГИНЦЕВ², Г. А. ВОЛЧЕНКОВА²,
А. В. САВИЦКИЙ²

¹Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
microbio@mbio.bas-net.by

²Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, mycolog@tut.by

Из образцов древесины сосновых насаждений Беларуси выделены в чистую культуру изоляты *Phlebiopsis gigantea*, исследована их антагонистическая активность против корневой губки *Heterobasidion annosum*, способность колонизировать и разрушать заболонную древесину сосны, а также ростовая активность и оидиогенез в глубинной культуре. Отобран и охарактеризован штамм, перспективный в качестве основы биологического препарата для защиты хвойных пород от корневых гнилей.

Введение. Одной из наиболее опасных болезней хвойных пород, которая захватывает большие площади древостоев и нередко приобретает характер затяжных эпифитотий, является кор-

невая гниль, вызываемая трутовым грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., или корневой губкой. Основным путем заражения корневой системы сосны – попадание базидиоспор гриба на поверхность свежего среза пня или раны на корнях, прорастание спор и дальнейшее распространение гиф через корневые контакты зараженных деревьев с окружающими их здоровыми. Возбудитель способен инфицировать корни хвойных деревьев всех возрастов и сохраняться в пнях в лесу до 60 лет. Это заболевание приводит к массовому усыханию деревьев, что наносит значительный ущерб лесному хозяйству. Ежегодные экономические потери в Европе от ухудшения качества древесины и снижения роста составляют примерно 790 млн евро [1].

В лесном фонде Беларуси доминирует сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), составляя более 50% покрытой лесом площади страны. В 2016 г. очаги корневой губки в республике были распространены на территории 131,0 тыс. га [2], или 3,4% площади сосновых насаждений по суходолу. Общий ущерб, причиненный *H. annosum* сосновым насаждениям нашей страны составил 185,1 млн долл. США, ежегодно возрастая ориентировочно на 2–3% [3].

Проблема поражения сосновых насаждений корневой губкой в мире изучается уже длительное время, но до сих пор не ясны причины повышенной чувствительности хвойных к этому грибу, а разработка эффективных мер борьбы осложняется особенностями биологии фитопатогена, способного переходить от сапрофитного существования к паразитизму [4]. Для сдерживания очагов корневой губки используются в основном лесоводственные и санитарно-оздоровительные мероприятия (рубки ухода, санитарные рубки). Однако проводимые лесотехнические мероприятия не выполняют в полной мере санитарно-оздоровительной роли, с их помощью можно решать лишь вопросы минимизации ущерба от очагового усыхания деревьев выборкой ликвидной древесины. Проведены широкомасштабные испытания химических средств для защиты леса от корневой губки (формалином, роданидами, солями некоторых металлов, сульфамидными препаратами, антибиотиками, антисептиками и др.), однако их использование либо оказалось неэффективным по отношению

к патогену, либо проявлялось существенное токсическое воздействие на защищаемую породу и другие компоненты лесной экосистемы [5].

В последние годы в развитых странах все большее значение приобретает комплексный подход к лесозащитным мероприятиям, ключевым моментом которых является биологический метод профилактики и ограничения вредоносности корневых гнилей [6–9]. Суть метода заключается в обработке поверхности пней биопрепаратами на основе микроорганизмов – антагонистов корневой губки. Искусственное заселение пней сапротрофными дереворазрушающими грибами-антагонистами позволяет, с одной стороны, предотвратить поражение древесины *H. annosum*, а с другой – осуществлять ее активное разложение. По сравнению с химическими препаратами биологические агенты контроля экологически безопасны, так как они воздействуют на патогенные организмы, снижая численность их популяций, с минимальным нарушением структуры биоценозов.

Среди грибов-антагонистов наибольший интерес представляет базидиомицет *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich, который является наиболее распространенным сапротрофным дереворазрушающим видом в Европе. Он имеет бесполоую стадию, представленную спорами (оидиями), образующимися непосредственно из мицелия при его фрагментации [10].

Поскольку оидии *P. gigantea* легко образуются и на искусственных средах, в странах Западной Европы на их основе производится ряд препаратов по защите леса от корневых гнилей: в Финляндии – «Rotstop» (используется в странах Скандинавии и Прибалтики), в Великобритании – «PG Suspension», в Польше – «Pg-POSZWALD» [9]. В некоторых европейских странах биобработки обязательны при проведении лесохозяйственных мероприятий в насаждениях, где высока угроза массового развития заболевания. Проводятся исследования по созданию аналогичных средств защиты от корневой губки в Украине, Латвии, России, Казахстане. Большинство известных технологий создания биопрепаратов против корневой губки основаны на получении суспензии оидий поверхностной культуры *P. gigantea* для

засева пней в ходе санитарной рубки деревьев. Технологии производства и состав производимых препаратов в глубинной культуре – коммерческая тайна предприятий и патентодержателей.

Следует отметить, что глубинный способ культивирования в биотехнологии является основным при производстве большинства биопрепаратов. Он более продуктивен и совершенен по сравнению с поверхностным методом, легко управляем благодаря высокой степени автоматизации, осуществляется, как правило, в реакторах (ферментерах) большой емкости. Механическое перемешивание и непрерывная аэрация создают благоприятные условия для доступа питательных веществ и кислорода ко всем клеткам мицелия, обеспечивая одинаково благоприятные условия для роста и накопления продуктов метаболизма. К настоящему времени разработаны способы, позволяющие выращивать некоторые виды базидиальных грибов на жидких средах [11–14]. Тем не менее видовой состав грибов, поддающихся культивированию с высокими показателями роста в глубинной культуре, крайне ограничен.

В Беларуси биопрепараты для защиты хвойных от корневой губки не производятся, а высокая стоимость импортных препаратов и фитосанитарные риски, обусловленные использованием инвазивных штаммов, входящих в состав препаратов, не позволяют использовать зарубежные разработки. В связи с вышеуказанным выделение конкурентоспособного местного штамма *P. gigantea* и создание на его основе отечественного биопрепарата является актуальной задачей по обеспечению лесного хозяйства республики эффективным средством защиты хвойных пород деревьев от корневых гнилей.

Цель исследования – скрининг изолятов *P. gigantea*, перспективных в качестве основы биопрепарата для защиты сосны от корневой губки, оценка их ростовой активности и оидиогенеза в глубинной культуре, исследование механизма антагонистического действия наиболее активного штамма.

Материалы и методы. Объектами исследования служили изоляты базидиального гриба *Phlebiopsis gigantea*, выделенные из образцов древесины, отобранных на территории сосновых

насаждений шести различных лесорастительных районов Беларуси: Ошмянско-Минского, Оршанско-Могилевского, Неманско-Предполесского, Березинско-Предполесского, Бугско-Полесского и Полесско-Приднепровского.

Скорость линейного роста штаммов *P. gigantea* изучали, используя стандартную методику [15]. По данным измерений рассчитывали среднесуточную скорость линейного роста каждого штамма. Наблюдения проводились на протяжении 5–6 сут.

В качестве основных критериев оценки антагонистической активности методом встречных культур [16] использовали ширину зоны нарастания и среднесуточную скорость нарастания флэбиопсиса на корневую губку при культивировании на агаризованной питательной среде.

Дереворазрушающую способность изолятов *P. gigantea* оценивали по потере массы образцов сосновой древесины после инокуляции грибом [17].

Глубинное культивирование изолятов *P. gigantea* осуществляли в колбах Эрленмейера на шейкере-инкубаторе (120 об/мин) при температуре 23 °С на жидких питательных средах различного состава. Для засева опытных колб использовали 7–10-суточные культуры грибов, предварительно выращенные на агаризованной среде при 23 °С. В колбы со стерильной водой вносили мицелиальные диски ($d = 10$ мм) или готовили смыв с чашки Петри.

Антагонистическую активность жидкой культуры гриба *P. gigantea* оценивали методом лунок [18]. Для этого на поверхность застывшей агаризованной питательной среды (2% агара) наносили второй слой мягкого (0,7%) агара, смешанного с тест-культурой патогена. После застывания агара в нем с помощью сверла делали лунки диаметром 9 мм, куда вносили исследуемую глубинную культуру гриба-антагониста (пеллеты, суспензию оидий, метаболиты). Для тестирования метаболитов культуральную жидкость гриба предварительно стерилизовали фильтрацией через мембранный фильтр с диаметром пор 0,22 мкм. Результаты оценивали после 3–7 суток инкубирования в термостате при 23 °С.

Выход биомассы гриба рассчитывали в граммах сухого вещества на 1 л среды весовым методом [15, 19].

Количество оидий в суспензиях и культуральной жидкости грибов контролировали путем подсчета в камере Горяева, а также методом предельных разведений [16]. В качестве показателя интенсивности оидеогенеза использовали десятичный логарифм.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью программы Microsoft Excel. При статистической обработке результатов экспериментов проводили определение средних арифметических и их доверительных интервалов для уровня вероятности 95% [20, 21].

Результаты и обсуждение. Среди 46 изолятов *P. gigantea* только некоторые характеризовались высокими скоростью линейного роста на агаризованной питательной среде, дереворазрушающей способностью и выраженными антагонистическими свойствами в отношении корневой губки [22]. Прирост колоний наиболее быстрорастущих изолятов в среднем составлял 8,77–9,61 мм/сут (табл. 1), что на 10–21% превышает средний показатель, установленный для всех исследованных культур. Следует отметить, что отдельные изоляты (11.5.1 и 11.15.3) достоверно превосходили по скорости линейного роста штаммы, применяемые в производстве зарубежных биологических препаратов «Rotstop» и «Pg-POSZWALD». Максимальные антагонистические свойства проявили штаммы 10.8.3, 11.4.2, 11.15.2, и 11.5.1 (табл. 2). Скорость их нарастания на колонии патогена превышала среднее значение на 58–89%.

Наибольшая дереворазрушающая способность установлена для изолятов *P. gigantea* 10.5.1, 10.7.1, 10.8.3, 10.8.4, 10.12.2.2 (табл. 3). Потеря массы образцов под их действием на 12–30% превышала среднее значение и составила за 3 мес. наблюдений 38,2–44,7%. По данному показателю выделенные нами изоляты значительно превосходят штаммы *P. gigantea*, испытанные ранее белорусскими учеными [7].

Для отбора наиболее продуктивных штаммов изоляты выращивали на жидких питательных средах. Наиболее высокими ростовыми показателями и интенсивностью образования оидий

Т а б л и ц а 1. Скорость линейного роста изолятов *P. gigantea* на агаризованной питательной среде

Изоляты <i>P. gigantea</i>	Радиус колоний гриба в дни учета, мм $\bar{x} \pm t_{0,5}S_{\bar{x}}$						Среднесуточная скорость линейного роста, мм/сут $\bar{x} \pm t_{0,5}S_{\bar{x}}$
	1	2	3	4	5	6	
10.8.1	1,02 ± 0,43	7,34 ± 0,24	15,85 ± 0,67	25,36 ± 1,20	34,68 ± 0,90	–	8,31 ± 0,15
10.8.3	0,90 ± 0,27	8,88 ± 0,90	17,12 ± 1,10	26,34 ± 0,73	34,76 ± 0,76	42,51 ± 0,73	8,38 ± 0,38
10.2.1	0,79 ± 0,24	7,52 ± 0,47	16,19 ± 0,86	25,69 ± 1,06	34,85 ± 1,02	–	8,43 ± 0,33
10.3.1	1,19 ± 0,24	8,77 ± 0,53	17,56 ± 1,43	28,38 ± 1,63	36,53 ± 1,33	–	8,73 ± 0,42
10.6.1	0,94 ± 0,18	7,92 ± 0,33	16,86 ± 0,86	26,01 ± 0,55	34,84 ± 0,35	–	8,40 ± 0,13
10.6.2	1,93 ± 0,18	10,09 ± 0,33	18,52 ± 0,92	27,02 ± 0,96	35,18 ± 1,02	–	8,29 ± 0,36
11.5.1	–	8,63 ± 0,90	18,34 ± 0,45	28,59 ± 0,59	37,51 ± 0,73	–	9,61 ± 0,25
11.15.3	–	8,02 ± 0,55	17,01 ± 0,55	27,85 ± 0,86	36,69 ± 1,20	–	9,50 ± 0,36
	1,14 ± 0,21*	7,05 ± 0,51*	14,78 ± 0,80*	23,57 ± 1,05*	31,64 ± 1,27*	38,99 ± 2,03*	7,97 ± 0,29*
Rotstop	–	9,06 ± 0,96	17,30 ± 1,23	26,86 ± 1,16	35,55 ± 1,82	42,51 ± 1,14	8,69 ± 0,39
Pg-POSZWALD	–	8,60 ± 0,51	16,19 ± 0,90	25,79 ± 1,29	34,95 ± 1,47	43,50 ± 0,65	8,84 ± 0,18

* Среднее значение по 46 исследованным изолятам, $\bar{x} \pm t_{0,5}S_{\bar{x}}$ – доверительный интервал для генеральной средней.

Т а б л и ц а 2. Антагонистическая активность изолятов *P. gigantea* по отношению к *H. annosum*

Изоляты <i>P. gigantea</i>	Антагонистическая активность <i>P. gigantea</i> (ширина зоны нарастания / среднесуточная скорость нарастания), мм			Средние значения для штамма <i>P. gigantea</i>	
	<i>H. annosum</i> 11.15.3	<i>H. annosum</i> 11.30.1	<i>H. annosum</i> X2.3	ширина зоны нарастания, мм	скорость нарастания, мм/сут
10.8.3	17,33 /1,13	14,83 /0,85	16,00 /1,03	16,06 ± 3,11	1,00 ± 0,35
11.4.2	14,00 /0,82	12,83 /0,90	14,33 /0,96	13,72 ± 1,96	0,89 ± 0,57
11.5.1	13,77 /0,83	13,33 /0,89	16,67 /0,80	14,39 ± 4,90	0,84 ± 0,11
11.15.2	14,83 /0,91	16,00 /0,76	19,67 /1,01	16,83 ± 6,27	0,89 ± 0,32
	9,99 ± 1,18 /0,59 ± 0,06*	9,60 ± 1,11 /0,54 ± 0,07*	11,14 ± 1,12 /0,54 ± 0,07*	10,14 ± 1,04*	0,53 ± 0,06*
Rotstop	15,67 /0,72	14,67 /0,95	15,67 /0,77	15,33 ± 1,43	0,81 ± 0,30
Pg-POSZWALD	18,67 /1,08	15,00 /0,80	16,33 /1,19	16,67 ± 4,61	1,02 ± 0,50

* Среднее значение по 46 исследованным изолятам.

Т а б л и ц а 3. Дереворазрушающая способность изолятов *Phlebiopsis gigantea*

Изоляты <i>P. gigantea</i>	Средняя масса абсолютно сухой древесины образцов, г		Средняя потеря массы образцов, %
	до начала опыта	после окончания опыта	
10.5.1	0,77 ± 0,01	0,48 ± 0,05	38,44 ± 6,42
10.7.1	0,77 ± 0,01	0,56 ± 0,12	43,32 ± 5,56
10.8.3	0,76 ± 0,03	0,42 ± 0,04	44,68 ± 6,22
10.8.4	0,76 ± 0,01	0,54 ± 0,09	38,16 ± 2,26
10.12.2.2	0,75 ± 0,09	0,45 ± 0,06	40,43 ± 7,44
	0,76 ± 0,00*3	0,52 ± 0,01*	34,17 ± 3,99*

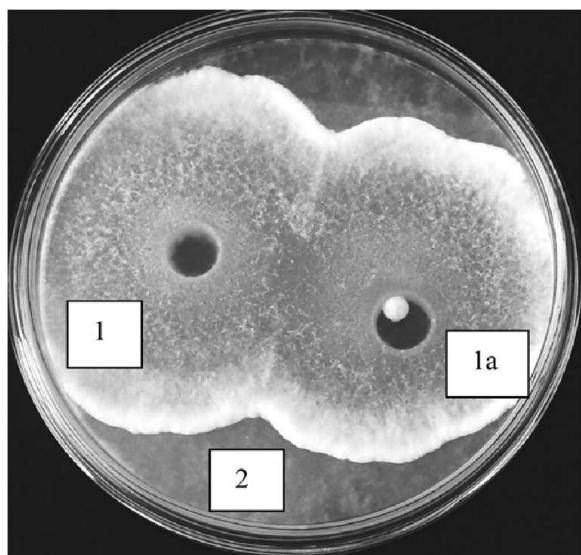
* Среднее значение по 46 исследованным изолятам.

в глубинной культуре отличались изоляты *P. gigantea* 10.4.1, 10.8.3 и 16.1.2: на 14-е сутки роста выход биомассы достигал 8,7–9,4 г сухих веществ на 1 л среды, титр оидий составил 6,4–6,5 lg (оидий/мл), или $2,3\text{--}3,2 \times 10^6$ оидий/мл. Наибольшие значения показателей (выход биомассы 9,4 г/л; титр $3,2 \times 10^6$ оидий/мл) отмечены у изолята 10.8.3, характеризующегося наиболее высокой

дереворазрушающей способностью и антагонистической активностью.

Проведены исследования по оценке антифунгального действия полученной при глубинном выращивании культуры гриба *P. gigantea* 10.8.3 к возбудителю корневой губки *H. annosum* методом лунок.

Установлено, что при внесении в лунки мицелия и/или суспензии оидий зона нарастания *P. gigantea* на газон патогена достигает 25–28 мм на 7 сутки инкубирования. Наи-



Антагонистическая активность оидий (1) и мицелия (пеллет) (1а) *P. gigantea* в отношении возбудителя корневой губки (2)

более активный рост мицелия антагониста наблюдается в зоне контакта с тест-культурой (см. рисунок). Метаболиты гриба воздействуют в меньшей степени, вокруг лунок отмечено лишь небольшое ослабление роста *H. annosum*.

На основании полученных результатов можно считать, что наиболее вероятным механизмом биологической конкуренции *P. gigantea* является вытеснение корневой губки за счет более высокой скорости колонизации субстрата грибом-антагонистом и внедрения его гиф в мицелий *H. annosum*. Конкуренция *P. gigantea* и *H. annosum* за питательные ресурсы имеет важное значение для контроля развития и распространения корневой гнили хвойных деревьев в эксплуатируемых лесах [1, 23–25].

Заключение. Из 46 изолятов *Phlebiopsis gigantea*, выделенных в сосняках шести лесорастительных районов Беларуси, отобран штамм *P. gigantea* 10.8.3, характеризующийся комплексом полезных свойств, определяющих его конкурентоспособность и перспективность для защиты сосновых насаждений от корневой губки.

Механизм антагонистического действия *P. gigantea* 10.8.3 обусловлен преимущественно конкурентным вытеснением фитопатогена за счет более высокой скорости роста, быстрого использования источников питания и способности проникать в субстрат уже колонизированный *H. annosum*.

При глубинном выращивании культура гриба *P. gigantea* 10.8.3 сохраняет способность к оидиогенезу, характеризуется антифунгальной активностью против *H. annosum* и может служить основой жидкого биопрепарата для профилактики и защиты хвойных насаждений от корневых гнилей.

Литература

1. *Asiegbu, F. O.* Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sl. Mol / F. O. Asiegbu, A. Adomas, J. Stenlid // Plant Pathol. – 2005. – Vol. 6. – P. 395–409.

2. Общая характеристика лесопатологической ситуации в лесном фонде Республики Беларусь [Электронный ресурс] / БелЛесоЗащита. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://bellesozaschita.by/front/ru/index?id=150>. – Дата доступа: 19.03.2017.

3. Волченкова, Г. А. Экономическая оценка вредоносности корневой губки в сосновых насаждениях Беларуси / Г. А. Волченкова, В. Б. Звягинцев, Е. А. Дашкевич // Лесное хозяйство : тез. 78-й науч.-техн. конф. – Минск: БГТУ, 2014. – С. 68.
4. Булат, А. Г. Особенности поражения корневой губкой сосновых насаждений Харьковщины и мероприятия по профилактике болезни : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. Г. Булат. – Харьков, 2006. – 21 с.
5. *Heterobasidion annosum*: biology, ecology impact and control / Library of Congress Cataloging in Publication Data ; S. Woodward [et al.] (eds.). – Cambridge : University Press, 1998. – 589 p.
6. Variation in properties of *Phlebiopsis gigantea* related to biocontrol against infection by *Heterobasidion spp.* in Norway spruce stumps / H. Sun [et al.] // Forest Pathology. – 2009. – Vol. 39. – P. 133–144.
7. Полещук, Ю. М. Распространенность, вредоносность корневой губки и обоснование мероприятий по защите хвойных насаждений БССР от патогена : дис. ... д-ра с.-х. наук / Ю. М. Полещук. – Минск, 1987. – 378 с.
8. Redfern, D. B. Spore dispersal and infection / D. B. Redfern // *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control / D. B. Redfern, J. Stenlid. – New York : CAB International, 1998. – P. 105–124.
9. Pratt, J. E. Comparison of three products based on *Phlebiopsis gigantea* for the control of *Heterobasidion annosum* in Europe / J. E. Pratt, M. Niemi, Z. H. Sierota // Biocontrol Sci. Technol. – 2000. – Vol. 10. – P. 467–477.
10. Pratt, J. E. Registration of *Phlebiopsis gigantea* as a forest biocontrol agent in the UK: Recent Experience / J. E. Pratt, E. J. N. Gibbs, E. J. F. Webber // Biocontrol Sci. Technol. – 1999. – Vol. 9. – P. 113–118.
11. Промышленное культивирование съедобных грибов / под. общ. ред. И. А. Дудки. – Киев : Наук. думка, 1978. – 264 с.
12. Горшина, Е. С. Глубинное культивирование грибов рода *Trametes* Fr. с целью получения биологически активной биомассы : авторефер. дис. ... канд. биол. наук / Е. С. Горшина. – М., 2003. – 21 с.
13. Капич, А. Н. Рост базидиомицетов *Panus tigrinus* (Bull.:Fr.) Sing. ИБК-131 и *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.:Fr.) Sing. Г-131 в глубинной культуре / А. Н. Капич, И. В. Стахеев, И. С. Важинская // Микол. и фитопатол. – 1986. – Т. 20, № 3. – С. 199–204.
14. Таратунина, Л. В. Глубинное культивирование высших грибов / Л. В. Таратунина, Н. В. Тарасова // Биотехнология и промышленная экология: труды МХТИ им. Д. И. Менделеева. – М., 1985. – Вып. 135. – С. 29–32.
15. Билай, В. И. Основные микологические методы в фитопатологии / В. И. Билай, И. А. Элланская // Методы экспериментальной микологии: справ. / отв. ред. В. И. Билай. – Киев, 1982. – С. 418–431.
16. Лысак, В. В. Микробиология : метод. рекоменд. к лаборатор. занятиям, контроль самост. раб. студентов / В. В. Лысак, Р. А. Желдакова. – Минск : БГУ, 2002. – 54 с.
17. Звягинцев, В. Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси и обоснование лесозащитных мероприятий : дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / В. Б. Звягинцев. – Минск, 2003. – 154 с.

18. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. – М. : Колос, 1983. – 253 с.
19. Егоров, Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Н. С. Егоров – М. : МГУ, 1995. – 224 с.
20. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшейшая школа, 1973. – 320 с.
21. Тюрин, Ю. Н. Статистический анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. – М. : ИНФА-М, 1998. – 544 с.
22. Волченкова, Г. А. Скрининг штаммов *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich по приживаемости на пнях сосны после рубок ухода / Г. А. Волченкова, В. Б. Звягинцев, А. В. Савицкий // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 73. – С. 219–222.
23. Bailey, P. J. Colonisation and degradation of Sitka spruce sapwood by the Rotstop strain of *Phlebiopsis gigantea* / P. J. Bailey, S. Woodward, J. E. Pratt // Root and Butt Rots of Forest Trees: proc. of the IUFRO Working Party. – 2003. – P. 200–205.
24. Identification and analysis of differentially expressed cDNAs during nonself-competitive interaction between *Phlebiopsis gigantea* and *Heterobasidion parviporum* / A. Adomas [et. al.] // FEMS Microbiol Ecol. – 2006. – Vol. 57. – P. 26–39.
25. Tubby, K. V. Relationship between stump treatment coverage using the biological control product PG Suspension, and control of *Heterobasidion annosum* on Corsican pine, *Pinus nigra* ssp. *laricio* / K. V. Tubby, D. Scott, J. F. Webber // Forest Pathology. – 2008. – Vol. 38. – P. 37–46.

**SCREENING OF *PHLEBIOPSIS GIGANTEA* ISOLATES
AS PROMISING MICROBIAL AGENTS FOR BIOPREPARATION
AGAINST *HETEROBASIDION ANNOSUM* ROOT ROT**

*T. V. ROMANOVSKAYA*¹, *A. A. ARASHKOVA*¹,
*A. M. TRIGUBOVICH*¹, *E. I. KOLOMIYETS*¹, *V. B. ZVYAGINTSEV*²,
*G. A. VOLCHENKOVA*², *A. V. SAVITSKIY*²

¹*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,*
microbio@mbio.bas-net.by

²*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, mycolog@tut.by*

Pure culture was derived from *Phlebiopsis gigantea* isolates recovered from wood samples of pine plantations in Belarus. Their antagonistic activity toward root rot pathogen *Heterobasidion annosum* was studied, ability to colonize and degrade pine sapwood, growth activity and oidiogenesis in submerged culture were evaluated. Microbial strain potentially attractive as a basis of biological preparation to control root rots in conifers was selected and characterized.

Поступила в редакцию 10.03.2017