

Влияние компонентов питательной среды и условий культивирования на рост *Trametes versicolor* в мицелиальной культуре

© 2014. А. А. Широких^{1,2}, д.б.н., в.н.с., профессор, Г. Ф. Зарипова², аспирантка, И. А. Устюжанин¹, к.с.-х.н., зав. лабораторией, А. А. Злобин³, к.х.н., доцент, И. Г. Широких^{1,3}, д.б.н., зав. лабораторией, профессор,
¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
 Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого,
²Вятский государственный гуманитарный университет,
³Вятский государственный университет,
 e-mail: irgenal@mail.ru

В связи с необходимостью поиска и выявления новых видов продуцентов биологически активных соединений были изучены два различных по эколого-географическому происхождению штамма ксилотрофного базидиомицета *Trametes versicolor*. Установлены оптимальные для роста коллекционного штамма *T. versicolor* БИН 2263 и местного изолята *T. versicolor* К-12 параметры температуры (24 и 28°C соответственно), кислотности (рН 5,5) среды, а также количество посевного материала (2 блока/50 мл) для инокуляции жидкой глюкозо-пептонной среды. Выявлены источники азота (пептон) и углерода (галактоза, сахароза, глюкоза), при которых накопление биомассы гриба *T. versicolor* происходит наиболее эффективно. Установлено, что экономический коэффициент при выращивании *T. versicolor* на дисахариде и гексозах выше (59–66%), чем на пентозе (39–44%). Трофические предпочтения гриба в отношении минерального азота различны на уровне штаммов: лучший рост коллекционной культуры БИН 2263 наблюдали на среде с сульфатом аммония (5,95±0,15 г/л), а изолята К-12 – на среде с нитратом калия (4,63±0,14 г/л). Показано, что при культивировании в глубинных условиях изученные штаммы гриба синтезируют экзо- и эндополисахариды, которые представляют собой гликопротеины, основным мономером которых является глюкоза. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации среды и способов культивирования *T. versicolor* с целью получения мицелиальной биомассы для производства лечебно-оздоровительных продуктов питания и БАДов отечественного производства.

It is necessary to find new types of biologically active compounds producers. This was the reason of studying two xylophilic basidiomycete strains *Trametes versicolor* with different ecological-geographical origin. We have found out the temperatures optimal for growing the collector strain *T. versicolor* BIN 2263 and the local isolate *T. versicolor*, K-12 (24 and 28°C, respectively), as well as acidity level (pH 5.5). The amount of inoculum (2 unit / 50 mL) to inoculate liquid glucose-peptone medium was also stated. Nitrogen source (peptone) and carbon source (galactose, sucrose, glucose) were identified which contribute to fungus *T. versicolor* biomass growth in the most efficient way. It has been established that the economic factor of growing *T. versicolor* on disaccharide and hexose is higher (59–66%) than that on pentose (39–44%). The fungus's trophic preference of mineral nitrogen differs according to the strain: the best growth of the collector culture BIN 2263 was observed on the medium with ammonium sulphate (5,95 ± 0,15 g / l), and the best growth of isolate K-12 – on the medium containing potassium nitrate (4 63 ± 0,14 g / l). It is shown that when cultured under deep conditions the researched fungal strains synthesize exo- and endo-polysaccharides polysaccharides, which are glycoproteins with glucose as the basic monomer. The data obtained can be used to optimize the environment and cultivation methods of *T. versicolor* in order to get mycelial biomass for domestic production of therapeutic foods and dietary supplements.

Ключевые слова: *Trametes versicolor*, культивирование мицелия, выход биомассы, полисахаридный состав, моносахара.

Keywords: *Trametes versicolor*, mycelia culturing, biomass yield, polysaccharide composition, monosaccharides.

Неблагоприятная экологическая обстановка оказывает на здоровье людей крайне негативное воздействие: возрастает количество опасных заболеваний, прежде всего сердечно-сосудистых и онкологических, наблюдается снижение иммунитета и сокращение продолжительности жизни. Неотъемлемой частью

единой комплексной программы преодоления сложившейся ситуации является создание эффективных лечебно-оздоровительных продуктов с выраженным профилактическим противоопухолевым, антибактериальным, противовирусным действием, способных улучшать качество и увеличивать продолжитель-

ность жизни. В связи с этим введение в культуру новых видов продуцентов для получения функциональных и лечебно-оздоровительных пищевых продуктов становится всё более актуальной задачей.

Перспективным источником функциональных продуктов питания являются высшие базидиальные грибы – представители класса Basidiomycetes. Профилактические и лечебные препараты из базидиомицетов способствуют адаптации человека к неблагоприятным факторам, повышая, с одной стороны, сопротивляемость организма, оказывая на него общеукрепляющее и тонизирующее действие и, с другой стороны, ускоряя выведение из него радионуклидов, тяжёлых металлов, различных токсинов [1]. В культивируемых базидиомицетах обнаружены вещества, стимулирующие иммунную систему, обладающие противоопухолевой, антибактериальной, противовирусной и противогрибковой активностью, способные регулировать кровяное давление, понижать содержание холестерина и сахара в крови [2]. Один и тот же вид базидиального гриба может синтезировать целый спектр биологически активных веществ, что обеспечивает перспективу создания комплексных продуктов, сочетающих значительную питательную и лечебно-оздоровительную ценность.

В фармакологическом отношении хорошо изучены ряд представителей траметоидных трутовиков. На основе компонентов гриба *Trametes versicolor* разработан противораковый препарат «Крестин» [3]. Вид *T. pubescens* используется для производства отечественного препарата «Трамелан» – источника полисахаридов (бета-гликанов) [4]. Очевидно, что потенциал получения лечебно-оздоровительных средств на основе грибов рода *Trametes* ещё далеко не исчерпан [5]. Разработка способов их культивирования, а также изучение новых штаммов, различных по своему эколого-географическому происхождению, и выявление среди них способных к интенсивному росту мицелиальной биомассы и накоплению биологически активных полисахаридов представляет интерес в связи с необходимостью расширения ассортимента БАДов и функциональных продуктов питания отечественного производства.

Цель работы – изучение влияния компонентов питательной среды и условий выращивания на накопление биомассы мицелия *Trametes versicolor*, характеристика состава полисахаридов у штаммов различного экологического происхождения.

Объекты и методы

Условия эксперимента. В работе использовали две культуры гриба *T. versicolor* (L:Fr.) Pil (= *Coriolus versicolor* (Fr.) Quel.: штамм БИН 2263 из коллекции Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН, г. Санкт-Петербург) и местный изолят *T. versicolor* К-12 из базидиоспоры плодового тела, собранного на территории Нововятского дендропарка (г. Киров). Идентификация выполнена И. В. Змитровичем (БИН, г. Санкт-Петербург).

Грибы выращивали на глюкозо-пептонной среде, г/л: глюкоза – 20,0; пептон – 1,0; дрожжевой экстракт – 2; K_2HPO_4 – 1; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2; $(NH_4)_2SO_4$ – 5,0. Для оценки влияния на рост *T. versicolor* различных источников углерода и азота глюкозу в составе питательной среды последовательно заменяли на сахарозу, ксилозу и галактозу, пептон – на желатин, KNO_3 и $(NH_4)_2SO_4$.

Инкубацию вели в колбах Эрленмейера, объёмом 250 мл при заполнении средой в количестве 50 мл, стационарно и/или на качалке (180 об./мин.). Засев проводили путём помещения в колбу с жидкой средой агаровых блоков, диаметром 5 мм, вырезанных из периферической части колоний, выращенных на агаризованном сусле. Культуры выращивали в течение 10 сут. при комнатной температуре. Накопление биомассы определяли гравиметрически после фильтрования жидкой культуры через бумажный фильтр и его высушивания при 105°C до постоянного веса.

Для сравнения эффективности утилизации субстрата при росте грибов использовали экономический коэффициент Y , который определяли как:

$$Y = X - X_0 / S_0 - S,$$

где X и X_0 – начальное и конечное накопление биомассы (г/л), S_0 и S – начальное и конечное содержание субстрата (редуцирующих сахаров) (г/л) в культуральном фильтрате.

Содержание редуцирующих сахаров в культуральном фильтрате устанавливали по реакции с 2,4,6-тринитрофенолом (пикриновой кислотой) фотометрическим методом при 490 нм.

Влияние температуры на рост гриба изучали в чашках Петри на среде с агаризованным сусликом. Посев гриба осуществляли уколом в центр агаровой пластинки. Радиальную скорость роста (Kr) определяли по формуле:

$$Kr = (d_2 - d_1) / (t_2 - t_1),$$

где d_1 и d_2 – диаметр колоний (мм) в начальный (t_1) и конечный (t_2) моменты времени измерения соответственно (час.). Измерения проводили в 3-кратной повторности.

Выделение и определение состава полисахаридов. Для выделения экзополисахаридов культуральную жидкость отделяли от биомассы центрифугированием при 9000 g в течение 10 мин. и упаривали в 3-4 раза, осаждали этиловым спиртом (1:1), оставляли при 4°C до полного осаждения, осаждённые полисахариды отделяли центрифугированием, диализовали, отделяли центрифугированием, упаривали до минимального объёма и подвергали лиофильной сушке [6].

Для извлечения внутриклеточных полисахаридов измельчённый мицелий заливали дистиллированной водой в соотношении 1:10, кипятили 12 час. на водяной бане, центрифугировали при 9000 g 10 мин. Полученный супернатант упаривали в 3-4 раза, обрабатывали этиловым спиртом (1:1), выпавший полисахарид диализовали, переосаждали этиловым спиртом (1:2) и лиофилизировали.

Количественное определение полисахаридов проводили фенол-серноокислотным методом [7]. Количественное определение белка осуществляли методом Лоури с реактивом Фолина [8]. Моносахаридный состав полисахаридов определяли после их кислотного гидролиза 2M раствором трифторуксусной кислоты, содержащей в качестве внутреннего стандарта мио-инозит (0,1 мг/мл), в течение 3 час. при 100°C. Моносахаридные остатки восстанавливали боргидридом натрия, переводили в перацетаты полиолов [9], растворяли в хлороформе и определяли с помощью хромато-масс-спектрометрии (ГЖХ-МС). ГЖХ-МС проводили на хроматографе G2589A (Agilent Tech., США) с капиллярной колонкой HP-5MS (0,25 мм×30 м, Hewlett-Packard). Газ-носитель – гелий (1 мл/мин., деление потока 20:1). Температура испарителя – 250°C. Градиент температур 175(1 мин.) → 250°C со скоростью подъёма температуры – 3°C/мин. Масс-спектрометр: 5973 INERT (Agilent Tech., США); развёртка от m/z 44 до m/z 500; энергия ионизирующих электронов – 70 eV, температура интерфейса – 230°C, частота сканирования 1 скан/сек. Идентификацию ацетатов полиолов проводили по временам удерживания и библиотечным масс-спектрам соответствующих производных стандартов моносахаридных остатков. Количественное содержание моносахаридов определяли, используя соответствующие коэффициенты отклика детектора.

Статистическую обработку результатов проводили стандартными методами с применением программ EXCEL и STATGRAPHICS Plus.

Результаты и обсуждение

В предварительных экспериментах была изучена динамика потребления глюкозы и накопления биомассы гриба *T. versicolor* при выращивании на жидкой глюкозо-пептонной среде. Сопоставление полученных данных позволило выявить оптимальную продолжительность культивирования – 10 сут., при которой биомасса грибного мицелия и экономический коэффициент (отношение биомассы к потреблённому субстрату) достигали максимума, после которого – на 14 сут. – отмечали уже достоверное снижение того и другого показателя.

В результате замены глюкозы в составе питательной среды на эквивалентное количество сахарозы и галактозы выход мицелиальной массы за 10 сут. увеличивался на 29 и 48% у штамма БИН 2263 и на 16 и 20% у местного изолята К 12 (табл. 1). Расчёт экономических коэффициентов также показал большую, в сравнении с глюкозой, эффективность сахарозы и галактозы при выращивании *T. versicolor*. Ксилроза уступала другим исследованным источникам углерода как по эффективности утилизации обоими штаммами, так и по накоплению биомассы штаммом К12. Сопоставление наших результатов с литературными данными показало, что и ранее отмечалось лучшее, в сравнении с пентозами, усвоение грибами рода *Trametes* гексоз и дисахаридов [10]. Несмотря на имеющиеся место различия в пищевых потребностях отдельных штаммов, лучшими для введения в состав питательной среды для *T. versicolor* углеродными субстратами являются глюкоза и сахароза. Галактоза, даже при выявленной нами более высокой эффективности усвоения, из-за своей более значительной стоимости вряд ли может быть рекомендована к широкому использованию в составе питательных сред. В целом, способность усваивать источники углерода в значительной степени зависит от конкретного штамма одного и того же вида гриба, что указывает на необходимость подбора состава углеродного питания для каждого перспективного штамма.

Тестирование гриба на средах с различными источниками азота, напротив, лишь подтвердило высокую эффективность пептона, обеспечившего максимальное накопление биомассы (6,2-6,6 г/л) исследованными штаммами *T. versicolor*. Пептоны представ-

Таблица 1

Влияние различных источников углерода и азота на параметры роста мицелиальной культуры *T. versicolor*

Источник углерода	Штамм	Биомасса, г/л	Потребленный сахар, г/л	Экономический коэффициент, %
Глюкоза	БИН 2263	3,26±0,1	5,62	58
	К 12	3,24±0,1	6,35	51
Сахароза	БИН 2263	4,45±0,1	7,06	63
	К 12	3,75 ±0,1	5,68	66
Ксилоза	БИН 2263	3,28±0,1	8,4	39
	К 12	2,52±0,1	5,7	44
Галактоза	БИН 2263	4,2±0,2	7	60
	К 12	3,88±0,1	6,16	63
Источник азота				
Пептон	БИН 2263	6,16±0,1	5,92	96
	К 12	6,61±0,12	12,95	66
Желатин	БИН 2263	3,71±0,09	8,68	43
	К 12	5,95±0,1	13,25	45
Нитрат калия	БИН 2263	4,79±0,1	7,92	61
	К 12	4,63±0,14	13,6	63
Сульфат аммония	БИН 2263	5,95±0,15	9,02	66
	К 12	3,39±0,12	6,44	53

ляют собой продукты неполного ферментативного гидролиза белков; в их состав входят высоко- и низкомолекулярные пептиды, а также свободные аминокислоты. Кроме того, в состав пептидов входят ростовые вещества, вследствие чего они широко используются как органические источники азотного питания для широкого круга высших базидиальных грибов [11–13]. В сравнении с пептоном эффективность утилизации минерального азота исследуемыми штаммами была более низкой. Штамм БИН 2263 лучше усваивал

аммонийный азот, тогда как штамм К 12 отдавал предпочтение нитратной форме. Это тоже совпадает с имеющимися представлениями о том, что отношение к минеральному азоту у представителей рода *Trametes* изменяется на уровне штаммов [14].

Для каждого из штаммов *T. versicolor*, различающихся по своему эколого-географическому происхождению, наряду с изучением трофических потребностей, определяли оптимальные условия роста. Так, в отношении оптимальных и предельных температур для роста и накопле-

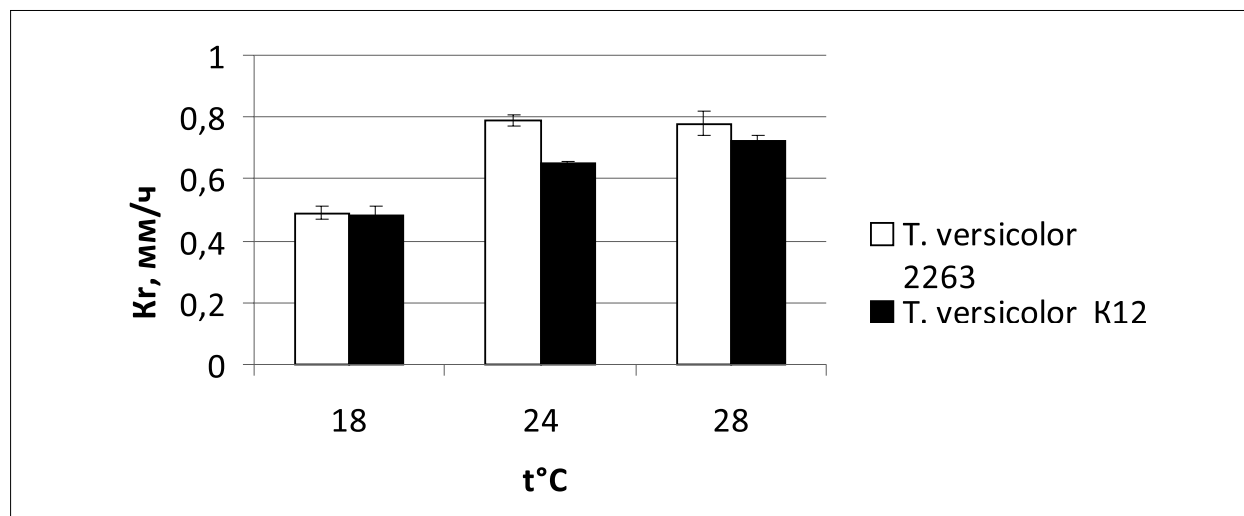


Рис. 1. Радиальная скорость роста (Kr) двух штаммов гриба *T. versicolor* в зависимости от температуры.

ния биомассы мицелия базидиомицетов рода *Trametes* анализ литературных данных указывает на то, что они связаны с различным географическим происхождением штаммов, исследуемых авторами [10, 11]. В наших экспериментах выращивание гриба при температурах + 4, 18, 24 и 28°C показало, что для алтайского штамма БИН 2263 наиболее оптимальной является температура 24°C, а для местного штамма *T. versicolor* K12 – 28°C (рис. 1).

При 4°C незначительный рост был зафиксирован только у штамма *T. versicolor* 2263.

Одной из предпосылок получения качественной грибной биомассы является оптимальное значение концентрации водородных ионов питательной среды. Часто в пределах вида для отдельных штаммов значение оптимального pH варьирует и требует индивидуального подбора для отдельно взятого перспективного штамма [11].

Для обоих исследуемых штаммов *T. versicolor* оптимальное для роста и накопления биомассы в условиях глубинного культивирования значение кислотности среды составило pH 5,5 (рис. 2).

Установлено, что в процессе роста оба штамма подкисляют среду. На седьмой день культивирования реакция культуральной жидкости варьировала в пределах от 4,5 до 6,5 ед. pH, в зависимости от исходного значения pH среды. Известно, что для аэробных организмов в процессе роста кислород является одним из лимитирующих факторов. С другой стороны, повышение содержания растворённого кислорода путём перемешивания вызывает травмирование мицелиальных культур.

В зависимости от способа культивирования изменялся характер роста гриба. Так, при

стационарном культивировании рост гриба происходил в виде формирования сплошной складчатой плёнки, а при выращивании на качалке – в виде отдельных мицелиальных глобул. Размер глобул варьировал от 0,1 до 0,5 см. Крупные глобулы, от 0,3 см и более, имели внутри полость, причиной чему, очевидно, являлся лизис мицелия в анаэробных условиях.

Сравнение накопления биомассы за 7 сут. штаммами *T. versicolor* 2263 и K12 в качалочной (0,169±0,009 и 0,2164±0,002 г) и стационарной (0,2367±0,03 и 0,2549±0,008 г) культурах показало, что более благоприятные условия создаются при выращивании гриба стационарно. Качалочный рост *T. versicolor* ингибировал накопление биомассы по сравнению со стационарным в большей степени у штамма БИН 2263 (на 29%), чем у штамма K12 (на 15%).

Для выявления оптимального количества посевного материала исследуемые штаммы *T. versicolor* выращивали в жидкой культуре, производя засев 1, 2 или 3-я блоками из периферической части колоний, полученных на агаризованном сусло-агаре. Определение через 7 сут. биомассы гриба, выращенного в стационарных условиях, показало, что у штамма БИН 2263 она увеличивалась пропорционально исходному количеству внесённых в колбу блоков, тогда как у штамма K12 разница между накоплением биомассы в вариантах с 2-я и 3-я блоками оказалась несущественной (рис. 3).

Таким образом, в результате проведённых исследований нами установлены оптимальные параметры температуры, кислотности и аэрации среды, а также количество посевного материала для внесения в жидкую питательную

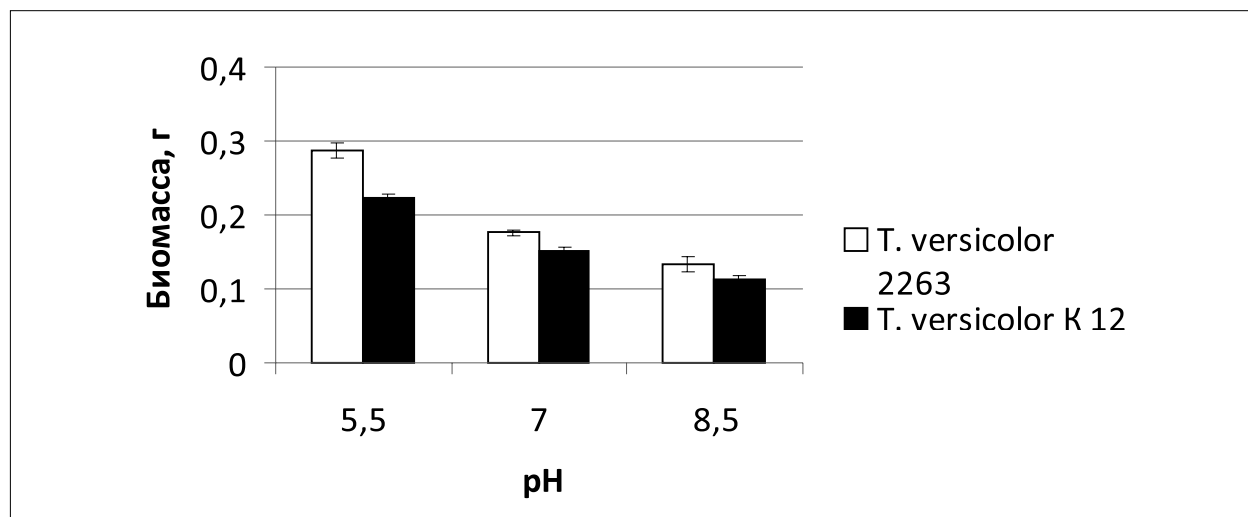


Рис. 2. Накопление биомассы двумя штаммами гриба *T. versicolor* в зависимости от pH среды.

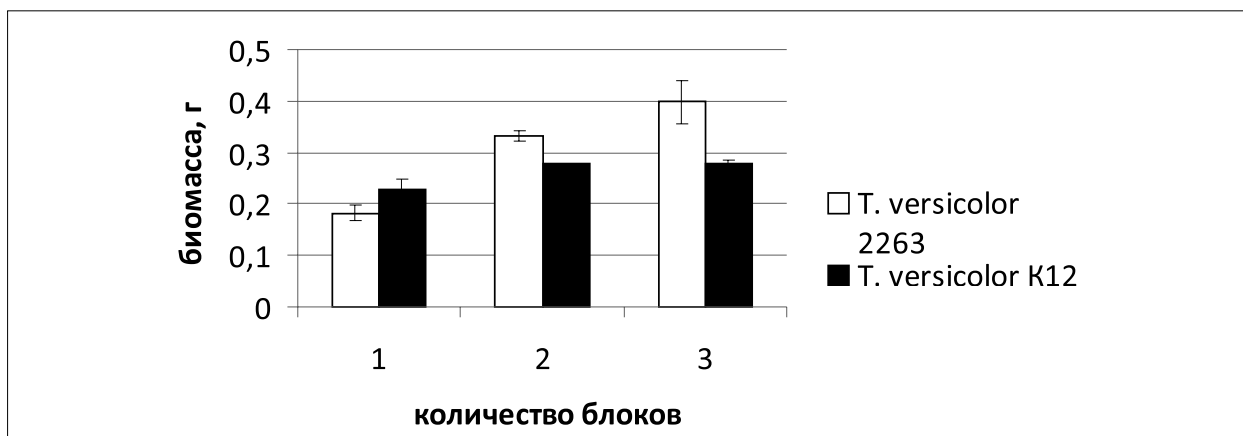


Рис. 3. Накопление биомассы двумя штаммами гриба *T. versicolor* в зависимости от исходного количества посевного материала.

среду при выращивании двух штаммов гриба *T. versicolor*.

Наряду с оценкой влияния различных абиотических факторов на накопление мицелиальной биомассы *T. versicolor*, проводили сравнительное изучение состава полисахаридов у различных по своему эколого-географическому происхождению штаммов. В результате извлечения внеклеточных полисахаридов из культуральной жидкости гриба после отделения биомассы центрифугированием было установлено, что местный изолят К12 продуцирует экзополисахариды (ЭКП) в течение более продолжительного (до 10 сут. включительно) периода роста, тогда как коллекционный алтайский штамм БИН 2263 достигает максимума биосинтетической активности уже к 7 сут. роста. Поскольку известно, что активный синтез полисахаридов у базидиомицетов начинается после того, как закончится фаза экспоненциального роста [3], можно полагать, что штамм БИН 2263 растёт более быстро, чем местный изолят К12. Так, на 7-е сутки в культуральной жидкости штамма БИН 2263 количество ЭКП в 2,4 раза превосходило содержание ЭКП, образованных штаммом К12. А к 10-м суткам концентрация ЭКП в культуральной жидкости штамма К12,

наоборот, превышала в 1,3 раза аналогичный показатель для штамма БИН 2263, биосинтетическая активность которого, по-видимому, уже начала снижаться, вследствие истощения ресурса и гибели мицелия (табл. 2).

Максимальное содержание эндополисахаридов (ЭНП) к 7 сут. культивирования обнаружено в биомассе штамма К12. В мицелии штамма БИН 2263 содержание ЭНП в этот же срок было на 33,7% ниже. При более продолжительной ферментации (10 сут.), по мере увеличения биомассы мицелия, процентное содержание в нем ЭНП снижалось от 1,15 до 0,20% для штамма К12 и от 0,86 до 0,32% для штамма БИН 2263. В результате продуктивность синтеза ЭНП в обеих культурах *T. versicolor* была выше на начальном этапе роста и у штамма К12 (2,35 мг/л сут.) на 59% ниже, чем у штамма БИН 2263 (3,97 мг/л сут.).

Известно, что физиологически активные полисахариды *T. versicolor* ковалентно связаны с белком [3]. Полипептиды содержат большое количество аспарагиновой кислоты и глутаминовой кислоты. В составе внеклеточных и внутриклеточных полисахаридов базидиомицета обнаружено некоторое количество белка, которое изменялось в зависимости от штамма гриба и снижалось с увеличением

Таблица 2

Образование полисахаридов *T. versicolor* в зависимости от штамма гриба и продолжительности его жидкофазной ферментации

Штамм	ЭКП, мг/л	Продуктивность биосинтеза ЭКП, мг/л сут.	ЭНП, % от биомассы	Продуктивность биосинтеза ЭНП, мг/л сут.
7 сут.				
К12	20,13	2,87	1,15	2,35
БИН 2263	48,37	6,91	0,86	3,97
10 сут.				
К12	63,74	6,37	0,20	1,0
БИН 2263	47,34	4,73	0,32	0,89

Таблица 3

Содержание белков, связанных с полисахаридами *T. versicolor*

Штамм	Белок, связанный с фракциями, %			
	ЭКП		ЭНП	
	7 сут.		10 сут.	
К12	0,37	0,53	0,16	не опр.
БИН 2263	0,61	0,35	0,18	0,14

продолжительности его культивирования (табл. 3).

Наличие белка в составе полисахаридных фракций гриба *T. versicolor* позволяет отнести их к глюкопротеинам.

ГЖХ-МС анализ экзо- и эндополисахаридов *T. versicolor* в виде ацетатов полиолов показал, что они являются гетерогликанами с различным соотношением моносахаридов (глюкозы, маннозы, ксилозы, галактозы). Основным компонентом углеводного состава полисахаридов являются остатки глюкозы. Результаты анализа моносахаридов мицелия и культуральной жидкости исследованных штаммов *T. versicolor* в основном совпадают с данными литературы для других ксилотрофных базидиомицетов [15]. На долю остатков глюкозы приходится наиболее значительный процент от общего количества моносахаридов – до 45,6 и 49,1% в мицелиальной биомассе, до 22,1 и 24,4% – в культуральной жидкости штаммов БИН 2263 и К12 соответственно (табл. 4). В качестве минорных компонентов в углеводном составе гриба *T. versicolor* отмечены остатки ксилозы, маннозы и галактозы.

Относительное содержание остатков ксилозы в экзополисахаридной фракции в среднем ниже, чем глюкозы в 3,6 раза для штамма К12 и в 5,6 раза для штамма БИН 2263. Ещё ниже содержание остатков ксилозы по отношению к количеству остатков глюкозы во внутриклеточных полисахаридах: в 33 раза у штамма К12 и в 23 раза у штамма БИН 2263. По относительному содержанию ман-

нозы и галактозы эндо- и экзополисахариды трутовика отличаются менее значительно, чем по ксилозе. Анализ полученных данных показывает, что соотношение моносахаридных остатков в составе полисахаридов *T. versicolor* достаточно сильно варьирует в зависимости от экологического происхождения штамма, а также от продолжительности выращивания.

Заключение

В результате проведённых исследований выявлены источники азота и углерода, при которых накопление биомассы гриба *T. versicolor* происходит наиболее эффективно. Максимальный выход мицелиальной биомассы (6,63 г/л для *T. versicolor* К-12 и 6,16 г/л для *T. versicolor* БИН 2263) и наиболее высокие значения экономических коэффициентов (66 и 96% соответственно для *T. versicolor* К-12 и БИН 2263) получены при выращивании гриба на среде с пептоном в качестве единственного источника азота.

Эффективность использования источников углерода штаммами гриба *T. versicolor* БИН 2263 и К 12 снижалась в ряду исследованных субстратов: галактоза>сахароза>глюкоза>ксилоза, как в отношении накопления мицелиальной биомассы, так и по данным расчета экономических коэффициентов.

Установлены оптимальные для роста коллекционного штамма *T. versicolor* БИН 2263 и местного изолята *T.versicolor* К-12 параметры температуры (24 и 28°C), кислотности сре-

Таблица 4.

Моносахаридный состав полисахаридов гриба *T. versicolor*

Моносахарид	<i>T. versicolor</i> К12		<i>T. versicolor</i> БИН 2263	
	7 сут.	10 сут.	7 сут.	10 сут.
Содержание в экзополисахаридах, %				
Ксилоза	4,8	9,3	1,5	5,0
Манноза	3,8	4,8	8,2	10,4
Глюкоза	22,0	24,4	10,1	22,1
Галактоза	4,9	5,7	7,6	8,3
Содержание в эндополисахаридах, %				
Ксилоза	0,5	1,5	0,7	1,8
Манноза	7,0	3,5	11,0	3,9
Глюкоза	16,2	49,1	20,1	45,6
Галактоза	4,5	1,5	6,8	1,2

ды (рН 5,5), а также количество посевного материала (2 блока/50 мл) для инокуляции жидкой глюкозо-пептонной среды.

Проведённые исследования показали, что изучаемые базидиомицеты синтезируют при культивировании в глубинных условиях экзополисахариды, которые представляют собой гликопротеины, основным мономером которых являются остатки глюкозы.

Полученные данные могут быть использованы для оптимизации среды и способов культивирования *T. versicolor* с целью получения мицелиальной биомассы для производства лечебно-оздоровительных продуктов питания и БАДов отечественного производства.

Литература

1. Бабицкая В.Г. Грибные пищевые добавки // Микробиология и биотехнология XXI ст.: Матер. Междунар. конф. Минск. 2002. С. 202–203.
2. Wasser S.P., Akavia E. Regulatory issues of mushrooms as functional foods and dietary supplements: Safety and efficacy // *Mushr. Functional Foods*. 2008. P. 199–226.
3. Jian Cui, Yusuf Chisti Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor*: physiological activity, uses, and production // *Biotechnology Advances*. 2003. 21(2). P. 109–122.
4. Актуальные проблемы гепатологии и перспективы применения препарата Трاملан. Информационный обзор // Медицинская картотека. 2009. 1 (130). С. 29–34.
5. Горшина Е.С. Биотехнологические препараты лекарственных грибов рода *Trametes* // Усп. медицинской микологии / Под общ. ред. Ю.В. Сергеева. М.: Нац. академия микологии, 2005. Т. V. С. 246–249.
6. Бабицкая В.Г., Щерба В.В., Пучкова Т.А., Смирнов Д.А. Факторы, влияющие на образование полисахаридов *Ganoderma lucidum* // Прикл. биохим. и микробиол. 2005. Т. 41. № 2. С. 194–199.
7. Грушенко М.М., Аникиенко Т.С., Резников В.М. Лигноуглеводные комплексы древесины / Под ред. В.Н. Сергеевой. Рига: Зинатне, 1978. 70 с.
8. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with Folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* 1951. V. 193. №1. P. 265–275.
9. York W.S., Darvill A.G., McNeil M.A., Stevenson T.T., Albersheim P. Isolation and characterization of plant cell walls and cell-wall components // *Meth. Enzymol.* 1985. V. 118. P.3–40.
10. Антоненко Л. О., Клечак І.Р. Технологічні особливості глибинного культивування базидіальних грибів роду *Coriolus* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. 6/6(54). С. 4–13.
11. Горшина Е.С. Глубинное культивирование грибов рода *Trametes* Fr. с целью получения биологически активной биомассы. Автореф. ... канд. биол. наук. 2003. Москва. 31 с.
12. Дунаевский Я. Е., Дун Чжан, Матвеева А.Р., Белякова Г.А., Белозерский М.А. Деградация белковых субстратов ксилотрофными базидиомицетами // Микробиология. 2006. Т. 75. № 1. С. 46–51.
13. Кожемякина Н.В., Гурина С.В., Ананьева Е.П. Глубинное культивирование некоторых базидиомицетов // Современная микология в России. М.: Национальная академия микологии, 2008. Т. 2. С. 330.
14. Ying-Ming Liao. Nutritional and environmental conditions for the growth of *Coriolus versicolor*, a wood decaying and medical fungus // *Jour. agric. Res. China*. 1990. Т. 39. V. 3. P. 190–230.
15. Щерба В.В., Бабицкая В.Г. Углеводы глубинного мицелия ксилотрофных базидиомицетов // Прикл. биохим. и микробиол. 2004. Т. 40. № 6. С. 634–638.