

**Мурадов П.З., Гасымов Ш.Н.,
Гахраманова Ф.Х., Алиева А.А., Аббасова Д.М.,
Бабаева Ш.А., Рагимова М.М.**

Институт микробиологии НАН Азербайджана, г.Баку

КСИЛОТРОФНЫЕ ГРИБЫ КАК АКТИВНЫЕ ДЕСТРУКТОРЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ*

*Исследована биоконверсия растительных отходов, образующихся в аграрном секторе. Показано, что макромицеты наиболее эффективно трансформируют отходы в продукты, обогащенные белками и другими биологически активными веществами. На основе использования грибов *Pleurotus ostreatus* и *Trichoderma harzianum* разработан поэтапный способ конверсии, позволяющий использовать растительные отходы более рационально.*

Ключевые слова: *грибы, отходы, целлюлоза, разложение, лигнин, макро- и микромицеты, белок, биомасса, антагонизм, триходермин, фузариоз.*

Известно, что использование человеком целлюлозного сырья приводит к накоплению значительного количества отходов, некоторые из которых являются относительно устойчивыми к микробному разложению [2, 6, 8]. Это объясняется высоким содержанием трудно разлагаемого компонента – лигнина и низким содержанием белка. Поэтому утилизация их экологически обоснованными способами является одной из актуальных задач современной науки, в том числе биотехнологии и микробиологии.

В настоящее время для решения данной проблемы используют разные подходы [8], наиболее перспективным из которых является биологический способ утилизации, прежде всего микробиологический. Переработка биологическим способом отходов в практически полезный продукт позволила бы не только сберечь первичный материал и расширить в значительной мере сырьевую базу биотехнологии, но и существенно уменьшить загрязнение окружающей среды. Так как многие микроорганизмы не обладают необходимой биологической активностью [2], поиск продуцентов, позволяющих эффективно утилизировать растительные отходы, сегодня сохраняет свою актуальность.

В связи с этим целью представленной работы явился поиск продуцентов, позволяющих рационально использовать растительные отходы в соответствии с вышеуказанными задачами.

В качестве объекта исследований были выбраны ксилотрофные грибы, которые были взяты из коллекции культур микроорганизмов Института микробиологии НАН Азербайджана.

В качестве субстрата использовали различные лигноцеллюлозные отходы (солома, подсолнечная лузга, свекловичный жом, кукурузные кочерыжки, гузапай и др), которые отличаются по химическому составу и структурным особенностям и являются крупнотоннажным отходом [8] в условиях Азербайджана.

Культивирование, определение целлюлозы, лигнина, белка, потери веса и

* © Мурадов П.З., Гасымов Ш.Н., Гахраманова Ф.Х., Алиева А.А., Аббасова Д.М., Бабаева Ш.А., Рагимова М.М.

другие эксперименты проводили по общепринятой для данных процессов методике [5, 7].

Во время ТФФ отходов установлено, что все использованные грибы проявляют способность разлагать отходы. Однако по количественным показателям критериев (потеря веса, разложение целлюлозы и лигнина, накопление белка), используемых для оценки эффективности процесса, они в определенной степени отличаются (табл. 1). Явное отличие обнаруживается на уровне макро- и микромицетов, так как во всех вариантах разложение целлюлозы, особенно лигнина, а также потеря веса у макромицетов характеризуется более высокими показателями. Несмотря на обнаруженные отличия, полученные результаты показали, что грибы *B. adusta* S-40, *Pleurotus ostreatus* A-15, *Trametes hirsutus* D-5, *T. versicolor* D-13 и *Cerrena unicolor* M-3 для дальнейших исследований является более приемлемыми, так как они по всем критериям, а также по накоплению белка превосходят все исследованные макро- и микромицеты.

Таблица 1.

Биоконверсия растительных отходов ксилотрофными грибами

Использованные культуры	Число штаммов	Потеря веса, %	Разложение, %		Белок, %
			целлюлозы	лигнина	
Микромицеты					
<i>Aspergillus flavus</i>	3	10,6-12,2*	11,7 - 14,0	1,7 - 2,9	4,9 – 6,8
<i>A. niger</i>	5	11,1 -13,0	15,5 - 17,0	1,4 - 2,0	3,8 – 5,2
<i>Trichoderma lignorum</i>	4	14,1-15,4	22,9 - 24,1	2,4 – 3,5	5,2 -7,1
<i>T. viride</i>	3	14,0-15,7	24,0 - 27,3	1,3-2,5	4,0 -5,4
<i>Chaetomium celluloliticum</i>	3	16,9-18,1	17,0- 19,8	3,5- 5,2	6,2- 6,7
<i>Sporotrichum pruinatum</i>	3	16,6-18,7	20,3-24,2	5,7-7,8	5,8 -7,3
<i>Mucothecium verucaria</i>	2	16,3 -19,4	24,5-28,5	8,7-10,4	6,1-7,8
Макромицеты					
<i>Bjerkandera adusta</i>	6	20,0-25,8	35,3-37,4	35,8-38,2	7,0-8,1
<i>Cerrena unicolor</i>	5	19,4-23,6	32,6-35,5	35,9-40,2	8,3-8,5
<i>Ganoderma applanatum</i>	4	17,6-20,2	29,0-30,1	28,0-29,3	6,2-7,3
<i>G. lucidum</i>		18,3-21,5	33,6-35,4	34,6-37,0	6,5-7,8
<i>P. ostreatus</i>	10	18,6-24,6	30,1- 38,3	30,8-39,0	7,1-8,3
<i>P. aquaricus</i>	3	19,3 -23,4	34,5-36,7	35,3-38,7	6,7-8,0
<i>Trametes hirsutus</i>	5	20,1-24,6	32,4-36,8	34,7-38,8	6,8-7,3
<i>T. gibboza</i>	4	19,3-21,7	31,0-32,5	31,7-33,0	7,2-7,9
<i>T. versicolor</i>	7	18,3-24,7	26,1-34,5	37,1-43,5	6,5-7,9

Примечание: *- Данные представляются в обобщенном виде, и время культивирования составляет 10 суток

В исследованиях, проведенных в связи с оптимизацией процессов микробиологической конверсии отходов отобранными грибами, установлено, что по отношению к основным параметрам, необходимым для оптимизации условий, отобранные грибы между собой не отличаются. Поскольку для всех грибов и субстратов самым оптимальным источником дополнительного азота является NH_4NO_3 , приемлемая концентрация которого составляла 0,04%(по азоту) и биоконверсия

отходов интенсивно происходит при температуре 26-28°C. Что касается кислотности субстрата, то полученные результаты показали, что те показатели pH, которые субстраты имеют при образовании, являются более подходящими.

Анализ биомассы, полученной в оптимизированных условиях ТФФ отходов, показал, что она является продуктом, не обладающим токсичностью, обогащенной белком, витаминами и др. биологически активными веществами и имеет высокую переваримость. Количество белков за 20 суток увеличивается от 2,0-3,0% до 11,3-15,0%. В этом случае количество жиров также увеличивается (3,3-5,2%) и иногда даже достигает 8%, когда в качестве продуцента и субстрата используется *P.ostreatus* A-15 и подсолнечная лузга, соответственно. Количество водорастворимых сахаров в полученном продукте увеличивается в 1,9-2,1 раза, а лигнин и целлюлоза уменьшается с 5-35% и 17-43% до 3-20,7% и 11-27%, соответственно. Как результат этого, переваримость *in vitro* полученных продуктов повышается в конце процесса в 1,7-2,6 раза. Кроме того, количество нуклеиновых кислот в полученном продукте — в пределах допустимой нормы и не превышает 0,4%.

Надо отметить, что, в отличие от макромицетов, некоторые микромицеты не могут активно осуществлять разложение лигноцеллюлозного комплекса растительных отходов, хотя среди таких микромицетов имеются грибы, которые по отношению к фитопатогенным грибам проявляют антагонизм [1, 9]. Такое свойство является основой для получения препарата, предназначенного для борьбы против грибковых заболеваний растений [4]. С учетом этого нами была изучена микробиологическая конверсия отходов с лигноцеллюлозным комплексом, с использованием на разных этапах макро- и микромицетов. В результате проведенных исследований найдено оптимальное условие, позволяющее более рационально использовать растительные отходы аграрного сектора. Суть разработанного подхода заключалась в том, что на первом этапе конверсии растительные отходы используются для интенсивного выращивания съедобного гриба *P.ostreatus* с целью получения плодового тела. На этом этапе процесс продолжается завершением первой волны плодоношения, и после сбора урожая остаточный субстрат используется для культивирования гриба *Trichoderma harzianum* с целью получения лабораторного варианта триходермина. Полученный препарат был использован против фузариоза, обнаруженного на декоративных растениях. Результаты показали, что добавление триходермина в любом количестве в субстрат, который используется для выращивания декоративных растений, отрицательно влиял на развитие фузариоза. Тем не менее, добавление 10 г триходермина на 1 кг субстрата, используемого для выращивания декоративных растений дает максимальный эффект. Так, добавление триходермина 5 г на 1 кг субстрата, используемого для выращивания таких декоративных растений как *Aechmea fasciata* Bak., *Aglaonema commutatum* Schott., *Billbergiua magnifica* Mez., *B.zebrina* Lindl., *B.rosea* Beer., *Cryptanthus acanlis*(lindl.)Beer., *Monstera deliciosa* Liebm., *Syngonium podophyllum* Scott. и др., уменьшало распространение фузариоза на 14-19%. При использовании 10 и 15 г триходермина на 1 кг субстрата данный показатель составлял 24-30% и 20-25%, соответственно.

Таким образом, проведенные исследования убедительно показали, что ксилотрофные грибы, особенно их представители, относящиеся к базидиомицетам,

обладают всеми необходимыми свойствами для рациональной утилизации растительных отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова А.В., Великанов Л.Л., Сидорова И.И., Сизова Т.П. Влияние гриба *Trichoderma harzianum* на почвенные микромицеты. //Микология и фитопатология, 2000. — Т.34. — В.3. — с.68-79.
2. Бекер М.Е. и др.. Биотехнология. М.:Агропромиздат, 1990. — С.334с.
3. Головкин Б.Н., Чеканова В.И., Шахова Г.И. Комнатные растения: Справочник. М.:Лесная промышленность, 1989. — 431с.
4. Громовых Т.И. и др. Эффективность действия *Trichoderma asperellum*(штамм МГ-97) на развитие фузариоза на сеянцах *Larix sibirica*//Микология и фитопатология, 2002. — Т.36. В.4. — С.70-75
5. Ермаков А.И. (под. ред.) Методы биохимических исследований растений, Л.: Колос, 1972, 456 с.
6. Лобанок А.Г., Бабицкая В.Г., Богдановская Ж.Н. Микробный синтез на основе целлюлозы: белок и другие ценные продукты. Минск: Наука и техника, 1988. — 260 с.
7. Методы экспериментальной микологии (Под. ред. Билай В.И.) Киев: Наукова думка, 1982. — 500 с.
8. Мурадов П.З. Основы биоконверсии растительных субстратов. Б.: Из-во «Элм», 2003. — 114 с.
9. Mukherjee P.K. et al. Comparative antagonist properties of *Gliocladium virens* and *Trichoderma harzianum* on *Sklerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani* – its relevance to understanding mechanisms of biocontrol.//J. Phytopathol, 1995, v.143, N 5, p.275-279.

P. Muradov, Sh. Gasymov, F. Gahramanova, A. Alieva, D. Abbasova, Sh. Babaeva, M. Ragimova

XILOTROPHERS MUSHROOMS AS ACTIVE DESTRUCTORS THE VEGETATIVE WASTE

*It was studied bioconversion of vegetative raw materials formed in agrarian sector. It was shown, that macromycetes more active transformed the waste products to the products enriched with fibers and other biological active substances. On the base of **Pleurotus ostreatus** and **Trichoderma harzianum** fungi use it was developed stage-by-stage method of the conversion, allowing the usage of the vegetative waste products more rationally.*

Key words: mushrooms, waste, cellulose, decomposition, lignin, macro- and macromycetes, fiber, biomass, antagonism, trichodermine, fusarios.