

Биолог. журн. Армении, 1-2 (57), 2005

УДК 577.23:582.287

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ВЫСШИХ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

Л.Г. АНТОНЯН, В.Б. ГОГИНЯН, С.А. ГЕВОРКЯН

*Республиканский Центр депонирования микробов ИАН Армении, 378510, Абовян*

Изучена возможность использования отходов бродильной промышленности и сельского хозяйства для выращивания высших съедобных грибов и производства компостов.

Разработаны составы компостов на основе соломы для выращивания грибов с добавками стоков метанового брожения. Установлена возможность применения пивной дробины с добавками отходов бродильных производств, а также отходов топинамбура для выращивания мицелия и плодовых тел.

Ուսումնասիրվել է խմորող արտադրությունների և գյուղատնտեսության բափոկների օգտագործման հնարավորությունը ուտելի սնկերի աճեցման և կոմպոստի արտադրման համար:

Մշակվել է ծղոտի հիմքով կոմպոստի կազմը մեթանային խմորման հոսքաջրերի ալվեացմամբ սնկերի աճեցման համար: Հաստատվել է գարեջրի մանրուքի, գետնախնձորի բափոկների և խմորող արտադրությունների հոսքաջրերի կիրառման հնարավորությունը միցելիումի և պտղամարմնի աճեցման համար:

The wastes and by-products of fermentation industry and agriculture have been used for cultivation of the mycelium of edible mushrooms and production of composts.

The compositions of compost straw for growth of mushrooms with methane fermentation of effluents have been developed. The use of spent barley corn with addition of fermentation wastes as well as topinambur by-products has been established for cultivation of mycelium and fruit bodies.

### *Метановая бражка — базидиомицеты - компосты*

Базидиальные грибы, являясь наиболее важной группой съедобных грибов, в последние годы привлекают всеобщее внимание не только с точки зрения своей пищевой ценности, но и уникальной способностью утилизировать промышленные отходы различного происхождения [4, 5]. Исключительно ценно и то, что они продуцируют качественно новые биологически активные соединения, потребность в которых все возрастает.

Культуры шампиньона двуспорового - *Agaricus bisporus* и вешенки обыкновенной - *Pleurotus ostreatus* получили широкое распространение благодаря ряду положительных хозяйственных качеств. Будучи сапрофитными базидиомицетами, они успешно растут, в том числе на субстратах, являющихся отходами сельского производства и перерабатывающей промышленности

(солома злаковых, навоз животных и птичий помет, меласса, сусло и т.п.) [3].

В наших исследованиях изучена возможность выращивания высших съедобных грибов родов *Agaricus* и *Pleurotus* на отходах промышленных и сельскохозяйственных производств (солома, пивная дробина, пивная барда, винная барда, спиртовая барда, выжимка и сок топинамбура, метановые бражки, полученные на основе птичьего помета, выжимки топинамбура, пивной, винной и спиртовой бард) [1, 2].

Исследования проводились в трех принципиально отличных друг от друга направлениях: выращивание высококачественного посевного мицелия высших съедобных грибов с использованием субстратов на основе отходов производств, приготовление полусинтетических субстратов/компостов на основе соломы с компонентами добавок промышленных отходов, в том числе отходов метанового брожения и получение плодовых тел (экспериментального урожая) высших съедобных грибов на предлагаемых компостах.

**Материал и методика. 1) Подготовка субстратов для выращивания мицелия высших съедобных грибов родов *Agaricus* и *Pleurotus*.** В качестве основы для сырья при приготовлении субстратов с целью получения мицелиальной массы грибов использовали солому и пивную дробину, куда в определенных пропорциях (1:0,5; 1:1; 1:1,5 и 1:2) добавляли следующие компоненты: выжимку и сок топинамбура, винную, спиртовую и пивную барды, метановые бражки, полученные в результате ферментации птичьего помета, выжимки топинамбура, винной, спиртовой и пивной бард.

В качестве контролей использовали субстраты на основе зерна твердых сортов пшеницы и сухой пивной дробины (овес), приготовленных по классическому методу, описанного Лемке (предварительно замоченные и оставленные на ночь зерно/дробину варили в течение 30-40 мин, поверхностно охлаждали, добавляли из расчета на 10 кг 120 г гипса и 30 г мела, рН 7,0) [6].

Подготовленные субстраты загружали на 2/3 объема в однолитровые бутылки и стерилизовали в автоклаве при 1 атм 1 ч. Заражение субстратов проводили в асептических условиях с использованием штаммов базидиомицетов из Коллекции культур РЦДМ *Agaricus bisporus* 2008 и *Pleurotus ostreatus* НК-99, предварительно выращенных на зерне классического метода приготовления.

Инкубацию проводили в термостатированной комнате (24°) при периодическом перемешивании субстратов, относительная влажность 90%. Учет результатов осуществляли на 7-е и 14-е сутки.

**2) Приготовление полусинтетических компостов с использованием отходов производств.** Основными компонентами субстратов при приготовлении полусинтетических компостов являлись солома и метановые бражки различного происхождения с добавлением в качестве источника азота  $KNO_3$  в разных весовых количествах (г/кг субстрата): метановая бражка спиртовой барды ( $KNO_3$  - 100,0); спиртовая барда ( $KNO_3$  - 100,0); спиртовая барда; метановая бражка пивной барды ( $KNO_3$  - 8,0); пивная барда ( $KNO_3$  - 8,0); пивная барда; метановая бражка пивной барды; метановая бражка выжимки топинамбура ( $KNO_3$  - 36,0); выжимка топинамбура ( $KNO_3$  - 36,0); выжимка топинамбура; метановая бражка выжимки топинамбура; метановая бражка птичьего помета ( $KNO_3$  - 100,0); метановая бражка птичьего помета; компост по классическому методу приготовления (контроль).

Измельченную солому загружали в специальные кварцевые лотки, куда добавляли соответствующие компоненты и добавки, рН 7,0. Лотки с субстратами загружали в боршевой

котел и пастеризовали при 0,5 атм в течение 1 ч. Заражение субстратов проводили в асептических условиях с использованием штаммов базидиомицетов из Коллекции РЦДМ *Agaricus bisporus* 2008 и *Pleurotus ostreatus* НК-99, предварительно выращенных на зерне классического метода приготовления. Инкубацию проводили в термостатированной комнате (24°) в условиях относительной влажности 90%. Учет результатов осуществляли на 7-е и 14-е сутки.

### 3) Получение плодовых тел (экспериментального урожая) высших съедобных грибов.

По окончании разлития мицелия базидиомицетов лотки с исследуемыми субстратами засыпали «покровным материалом», состоящим из смеси торфа (рН 7-7.2) и перлита в соотношении 5:2, предварительно продезинфицированным раствором формалина из расчета на 1 м<sup>3</sup> субстрата – формалина – 2 л, разбавленного 10 л воды. Образование плодовых тел наступало через 14 сут при температуре воздуха 16°, относительной влажности 90% и активном воздухообмене.

Микрофотографии мицелия базидиомицетов проводили с помощью микроскопа Micros 200A (Micros, Austria) и цифрового фотоаппарата Nikon CP5400 (Nikon, Japan).

**Результаты и обсуждение.** В табл. 1 представлена характеристика роста посевного мицелия высших съедобных грибов видов *Agaricus bisporus* шт. 2008 и *Pleurotus ostreatus* шт. НК-99 на субстратах, представляющих собой отходы промышленных и сельскохозяйственных производств. Было установлено, что интенсивность роста мицелия зависит как от родовых признаков штаммов, так и компонентного состава субстратов. Кроме того, было показано, что наличие высокой влажности в исследуемых субстратах также препятствует активному развитию мицелия.

Наиболее активное развитие мицелиальной массы наблюдалось у вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) (табл. 1). Данный базидиомицет особенно активно развивается на субстратах 2 и 9, а также на контрольном субстрате 1. Менее активно, и тем не менее достаточно хорошо этот гриб растет на субстратах 4, 10, 16, 23 и контрольном 24. В отличие от вешенки, развитие мицелиальной массы шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) проявляется несколько слабее. Так, наилучший результат отмечался при использовании субстратов 12 и контрольном 1.

Таким образом, сравнительная оценка используемых субстратов показала, что наиболее выгодными для активного роста и развития посевного мицелия грибов родов *Agaricus* и *Pleurotus* являются субстраты, получаемые на основе пивной дробины с добавками выжимки и сока топинамбура.

В табл. 2 представлены сравнительные характеристики роста мицелия высших съедобных грибов родов *Agaricus* и *Pleurotus* на подготовленных нами полусинтетических компостах. Установлен активный рост изученных базидиомицетов на субстратах с соломой, в которые были добавлены метановые бражки выжимки топинамбура (варианты 3 и 11) и птичьего помета (вариант 13), а также чистая выжимка топинамбура (вариант 10).

На рис. 1 представлены микрофотографии обрастания субстратов мицелием исследуемых грибов.

Таблица 1. Характеристика роста посевного мицелия высших съедобных грибов родов *Agaricus* и *Pleurotus* на отходах промышленных и сельскохозяйственных производств (по 6-балльной шкале оценок)

№ №	Субстраты / соотношение компонентов	Характер роста высших съедобных грибов, сут.			
		<i>Agaricus bisporus</i> , шт. 2008		<i>Pleurotus ostreatus</i> , шт. НК-99	
		7-е	14-е	7-е	14-е
1	Пшеница по классическому методу ( <i>Контроль 1</i> )	5+	5+	5+	5+
2	Пивная дробина, солома, метановая птичьего навоза (1:1:1)	бражка 1+	1+	5+	3+
3	Пивная дробина, метановая бражка птичьего навоза (1:1)	1+	2+	1+	4+
4	Пивная дробина, метановая бражка птичьего навоза (1:0,5)	2+	0+	3+	1+
5	Пивная дробина, метановая бражка птичьего навоза (1:1,5)	0	2+	1+	4+
6	Пивная дробина, метановая бражка из выжимки топинамбура (1:1)	2+	2+	2+	4+
7	Пивная дробина, метановая бражка из выжимки топинамбура (1:0,5)	1+	1+	4+	2+
8	Пивная дробина, метановая бражка из выжимки топинамбура (1:2)	0	4+	2+	5+
9	Пивная дробина, выжимка топинамбура (1:1)	2+	3+	5+	5+
10	Пивная дробина, сок топинамбура (1:0,5)	2+	1+	4+	3+
11	Пивная дробина, сок топинамбура (1:2)	1+	3+	2+	3+
12	Пивная дробина, сок топинамбура (1:1)	3+	0+	3+	2+
13	Пивная дробина, метановая бражка пивной барды (1:1)	0	1+	1+	4+
14	Пивная дробина, метановая бражка пивной барды (1:0,5)	0	2+	3+	3+
15	Пивная дробина, пивная барда (1:1)	1+	2+	3+	5+
16	Пивная дробина, пивная барда (1:0,5)	1+	1+	4+	3+
17	Пивная дробина, пивная барда (1:2)	0	1+	2+	4+
18	Пивная дробина, спиртовая барда (1:1)	1+	0+	2+	1+
19	Пивная дробина, метановая бражка спиртовой барды (1:1)	0	0+	2+	1+
20	Пивная дробина, метановая бражка спиртовой барды (1:0,5)	0	0+	1+	2+
21	Пивная дробина, метановая бражка винной барды (1:1)	1+	1+	3+	4+
22	Пивная дробина, метановая бражка винной барды (1:0,5)	1+	0+	3+	3+
23	Пивная дробина, метановая бражка винной барды (1:2)	2+	4+	4+	5+
24	Пивная дробина по классическому методу ( <i>Контроль 2</i> )	2+	1+	4+	5+

Примечания: 0 баллов – полное отсутствие роста мицелия; 1 балл – незначительный рост мицелия; 2 балла – слабый рост мицелия; 3 балла – умеренный рост мицелия, субстрат поражен отдельными участками; 4 балла – хороший рост мицелия, субстрат активно поражен по всей поверхности; 5 баллов – интенсивный рост мицелия, субстрат активно поражен по всей поверхности, глубокий рост.

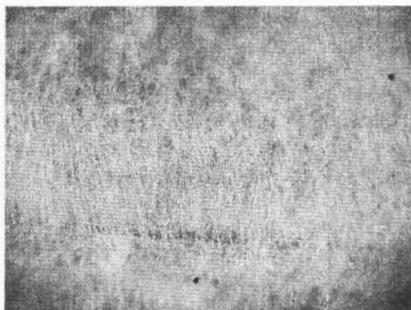
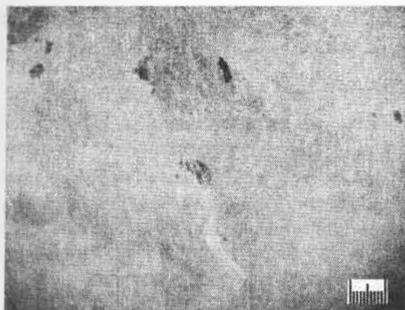
Таблица 2. Характеристика роста мицелия высших съедобных грибов родов *Agaricus* и *Pleurotus* на полусинтетических компостах (по 6-балльной шкале оценок)

Вариант	Состав компостов, соотношение 1:1	Характер роста высших съедобных грибов, сут			
		<i>Agaricus bisporus</i> шт. 2008		<i>Pleurotus ostreatus</i> шт. НК-99	
		7-е	14-е	7-е	14-е
1	Солома, метановая бражка спиртовой барды, $KNO_3$	1+	3+	-	-
2	Солома, спиртовая барда, $KNO_3$	0	1+	4+	4+
3	Солома, спиртовая барда	1+	3+	3+	3+
4	Солома, метановая бражка пивной барды, $KNO_3$	1+	2+	3+	2+
5	Солома, пивная барда, $KNO_3$	2+	2+	4+	4+
6	Солома, пивная барда	1+	1+	4+	4+
7	Солома, метановая бражка пивной барды	0	3+	2+	4+
8	Солома, метановая бражка выжимки топинамбура, $KNO_3$	0	4+	4+	5+
9	Солома, выжимка топинамбура, $KNO_3$	3+	5+	3+	3+
10	Солома, выжимка топинамбура	4+	5+	5+	5+
11	Солома, метановая бражка выжимки топинамбура	2+	4+	5+	4+
12	Солома, метановая бражка птичьего помета, $KNO_3$	-	-	1+	4+
13	Солома, метановая бражка птичьего помета	4+	5+	5+	5+
<b>Контроль</b>	Компост по классическому методу	5+	5+	5+	5+

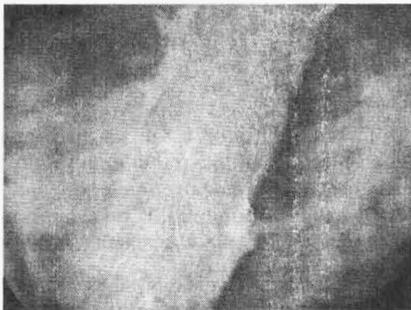
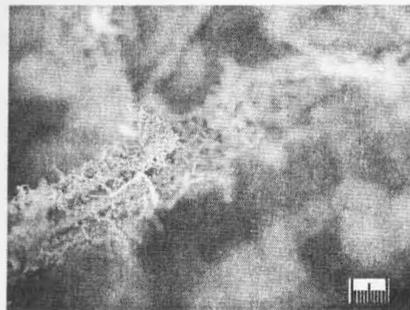
*Примечания:* 0 баллов – полное отсутствие роста мицелия; 1 балл – незначительный рост мицелия; 2 балла – слабый рост мицелия; 3 балла – умеренный рост мицелия, субстрат поражен отдельными участками, зонально; 4 балла – хороший рост мицелия, субстрат активно поражен по всей поверхности и в глубине; 5 баллов – интенсивный рост мицелия, субстрат активно поражен по всей поверхности, глубинный рост.

Таблица 3. Характеристика плодовых тел базидиомицетов родов *Agaricus* и *Pleurotus*

Наименования штаммов	Описание плодовых тел
<i>Agaricus bisporus</i> , шт. 2008	Плодовые тела мелкие (для консервного производства). Шляпка кремовая, поверхность гладкая (диаметр: 3,0-4,0 см). Ножка средней длины и толщины (размеры: 2,0-3,0x1,0-1,5 см). При несвоевременном сборе частное покрывало быстро разрывается, при этом шляпка выворачивается в виде перевернутого зонтика. Мякоть белая, вкус и запах приятные, грибные. Споровый порошок коричневый.
<i>Pleurotus ostreatus</i> , шт. НК-99	Плодовые тела средней величины. Шляпка устрицеподобной формы темно-коричневого цвета (диаметр: 5-10 см). Сбегающие пластины белые. Ножка размерами: длина - 2,0-4,0 см, ширина - 1,0-2,0 см. Мякоть белая, вкус и запах приятные, грибные. Споровый порошок коричневый или белый. Споры бесцветные.



*Agaricus bisporus* 2008 (а - классический компост, б - субстрат на основе соломы и выжимки топинамбура)



*Pleurotus ostreatus* НК-99 (в - классический компост, г - субстрат на основе соломы и выжимки топинамбура)

Рис. 1. Микрофотографии обрастания субстратов мицелием базидиомицетов (цена деления – 0,01мм)

В табл. 3 приведены товарные характеристики полученных плодовых тел базидиомицетов родов *Agaricus* и *Pleurotus*, полученных на полусинтетических компостах собственного приготовления.

На основании полученных результатов можно заключить, что рекомендуемые нами компосты вполне пригодны для получения высококачественных плодовых тел съедобных грибов, соответствующим стандартам промышленного грибоводства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антоян Л.Г. Биолог. журн. Армении, 1-2, 57, 88-92, 2005.
2. Бухало А.С. В кн.: Производство высших съедобных грибов в СССР, Киев, Наукова Думка, 24-29, 1978.
3. Гунте В. В кн.: Выращивание шампиньонов. Перевод с немецкого Мирошническо Г.Н., М., Колос, с. 3, 1979.
4. Дудка И.А., Бухало А.С. Производство высших съедобных грибов в СССР, Киев, Наукова Думка, 1978.
5. Дудка И.А., Вассер С.П. Методические рекомендации по промышленному культивированию съедобных грибов, Киев, Наукова Думка, 60 с., 1984.
6. Ранчева Ц. Интенсивное производство шампиньонов. Перевод с болгарского Карасева Г.Ф., М., Агропромиздат, 1990.

Поступила 16.11.2005