
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664

В.Д. Богданов, Ф.Б. Волотка

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ГИДРОБИОНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ СУБСТРАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРИБОВ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

До сих пор существует проблема использования отходов рыбоперерабатывающих предприятий. В имеющихся научных публикациях известны статьи по использованию гидробионтов в качестве сред для культивирования микроорганизмов. Данные об использовании рыбных отходов в качестве основы субстрата для выращивания грибов отсутствуют.

Ключевые слова: *рыбные отходы, субстрат, мицелий, грибы, плодовые тела, технология, продукты.*

V.D. Bogdanov, F. B. Volotka

USE OF FISH WASTE AS THE BASIS FOR A SUBSTRATE FOR MUSHROOM CULTIVATION OYSTER MUSHROOM

Until now, there is the problem of waste fish processing enterprises. The available scientific literature known article on the use of aquatic organisms as a media for the cultivation of microorganisms. Data on the use of fish waste as the basis for a substrate for mushroom cultivation are missing.

Key words: *fish waste, substrate mycelium, mushrooms, fruiting bodies, technology, products.*

В настоящее время актуальным является разработка ресурсосберегающих биотехнологических методов, повышающих эффективность процессов переработки сельхозсырья для нужд пищевой промышленности [1].

Среди имеющихся научных публикаций известны статьи по использованию гидробионтов в качестве сред для культивирования микроорганизмов [2]. Данные об использовании отходов гидробионтов в качестве основы субстрата для выращивания грибов отсутствуют.

До сих пор существует проблема использования отходов рыбоперерабатывающих предприятий [3]. Рыбная отрасль является поставщиком широкого ассортимента пищевой и непищевой продукции. К непищевой продукции относятся кормовая мука, гидролизаты, силосы, ветеринарный и технический жир и др. [1, 4, 5, 6, 7, 8].

В новых экономических условиях в связи с изменением сырьевой базы и снижением производственных мощностей предприятий рыбной отрасли возросла роль рентабельных, рациональных технологий и технологических решений, применяемых при переработке рыбного сырья. В связи с чем актуальным является разработка и внедрение новой технологии по использованию рыбных отходов в качестве питательных сред для выращивания мицелия съедобных грибов совместно с вторичными сырьевыми ресурсами (ВСР) пищевых производств (отходами зерноперерабатывающего, сельскохозяйственного, пивоваренного производств и т.д.).

В связи с этим целью проведённых исследований являлось изучение влияния отходов гидробионтов на рост и развитие мицелия и грибных плодовых тел. В работе использовали рыбные отходы от разделки минтая и наваги и других гидробионтов.

В качестве гриба для проведения исследований была взята вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*) – на сегодняшний день самый доступный из всех грибов для искусственного культивирования. Выращивание вешенки не требует значительных капиталовложений, и по технологическим особенностям ее производство менее трудозатратно. Наряду с шампиньонами этот гриб повсюду выращивается в промышленных масштабах и отличается некоторыми преимуществами по сравнению с другими видами: высокая урожайность и короткий цикл развития плодового тела.

Компоненты питательной среды приготовлены на основе пивного сусла и агар-агара. Неохмеленное сусло экстрактивностью 12 % разбавляли проточной водой до концентрации сахаров (экстракта) сусла 4 % с учетом поправочного коэффициента на температуру. На 1 л сусла брали 20 г агар-агара. Сусло наливали в металлическую ёмкость объемом 3 дм³, устанавливали на плиту и на медленном огне постепенно добавляли агар-агар, помешивая ложкой до полного растворения. Затем получившуюся желеобразную массу разливали по пробиркам (около 40 % от объёма пробирки). Пробирки с питательными средами стерилизовали в автоклаве в течение 45 мин при давлении 1,1 кгс/см² и температуре 120 °С. После застывания среды в пробирки в стерильных условиях вносили маточную культуру (мицелий гриба вешенки).

Для оптимального роста и развития мицелия вешенки пробирки поместили в тёмное помещение при температуре воздуха 24 °С и влажности воздуха 75-90 %.

В качестве субстрата для выращивания вешенки использовали измельченные до 2-8 см растительные компоненты: пшеничную солому, отходы пивоваренного производства (пивную дробину), а также рыбные отходы от разделки минтая и наваги (головы, кости, плавники, хвосты). Рыбные отходы получали при разделке мороженого минтая и наваги ГОСТ 1168-86 (Рыба морожена. Технические условия). Рыбные отходы измельчали на мясорубке с диаметром отверстий 3 мм, добавляли в субстраты.

В работе применяли пивную дробину на основе солода пивоваренного ячменного светлого производства ООО «Алейская пивоваренная компания», соответствующего требованиям нормативно-технической документации. Данный вид сырья, поступающий на завод Дальневосточной пивоваренной компании, используют в производстве светлого непастеризованного, нефильтованного пива согласно ГОСТ Р 51174-98. Применение пивной дробины в качестве компонента субстрата для выращивания съедобного гриба вешенки обыкновенной описывается в работах А.С. Мушинского и И.А. Быковой [9].

Значение рН субстратов для роста вешенки варьировалось в пределах 5-6. Субстраты были увлажнены до уровня 70-75 %. Приготовленные субстраты набивали в банки объемом 0,5 л, плотно закрывали двойным слоем фольги и крафт-бумагой, перевязывали тонкой верёвкой. Помещали в автоклав и стерилизовали в течение 45 мин при давлении 1,1 кгс/см² и температуре 120 °С. После охлаждения субстрата до температуры 20 °С приступали к внесению грибницы из пробирок с питательной средой. Осуществляли это в стерильных условиях, в инокуляционном боксе, который оборудован бактерицидным и кварцевым облучателями. Норма внесения посевного мицелия — 3-5 %. После переноса грибницы на субстрат банки плотно закрывали крышками из фольги и крафт-бумаги. После посева всего маточного инокулюма засеянные емкости слегка встряхивали, для равномерного перемешивания маточного инокулюма с субстратом.

Состав субстратов в процентном соотношении компонентов приведен в табл. 1.

Мицелий (грибница) – вегетативное тело грибов и актиномицетов (некоторые исследователи, подчёркивая бактериальную природу актиномицетов, называют их аналог гриб-

ного мицелия тонкими нитями), состоящее из тонких (1,5-10 мкм толщиной у грибов и 0,5-1,0 мкм у актиномицетов) разветвлённых нитей, называемых гифами. Развивается в субстрате и на его поверхности. Длина мицелия грибов в естественных условиях может достигать 35 км на 1 г.

Таблица 1

Состав субстратов, %

Table 1

The composition of substrates, %

Компоненты	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5
Дробина	10	20	40	30	–
Солома	85	65	30	40	100
Отходы минтая	5	15	30	40	–

Рост мицелия происходит апикально (только в вершине). При этом у грибов различают неклеточный (*ценотический*) мицелий, лишенный межклеточных перегородок и представляющий собой огромную клетку с большим количеством ядер, характерен для зигомицетов, а также клеточный (*септированный*) – с наличием межклеточных перегородок (обозначаются термином *септы*) и как одного, так и многих ядер в отдельной клетке. Мицелий актиномицетов не имеет ядер и может как распадаться на отдельные клетки, так и оставаться единым.

Проведённый опыт по выращиванию мицелия грибов вешенки обыкновенной на субстрате с использованием пивной дробины, соломы и добавленных отходов от разделки минтая были смешаны в различных процентных соотношениях и помещены в стеклянные банки ёмкостью 0,5 л. В качестве контрольного образца использовали солому. Описание полученного мицелия показано в табл. 2.

Таблица 2

Описание мицелия

Table 2

Description of the mycelium

Номер образца	Кол-во отходов, %	Цвет	Запах	Примечание
1	5	Белый	Сливочный приятный	После опускания верхнего покрова мицелия появился ярко выраженный грибной запах, мицелий плотный
2	15	Белый	Сливочный, кремовый	После опускания верхнего покрова мицелия появился грибной запах
3	30	Белый	Кисловатый запах	Присутствуют капли желтоватого экссудата («грибная моча»)
4	40	Серый	Кислый, с солёной отдушкой	Присутствуют капли желтоватого экссудата («грибная моча»), на образце слизь, в нижней части субстрата мицелий не пророс
5 контр.	0	Белый	Сливочный, кремовый	Мицелий плотный, после опускания покрова мицелия появился еле заметный грибной запах

Наблюдения за ростом мицелия на субстрате показали, что на образцах № 3, 4 дробина в отдельных участках мицелия потемнела, появились капли желтоватого экссудата

(«грибная моча») и ощущается кислый запах. При дальнейшем окислении субстрата мицелий был забракован. На образце № 1 покров мицелия был выше, чем на контрольном образце № 5. Степень зарастания субстрата, цвет, запах на образце № 1 лучше, чем у других образцов, что показывает наиболее оптимальное соотношение компонентов. На образце № 2 покров мицелия немного меньше, чем на контрольном образце.

Отдельно был проведён опыт по выращиванию мицелия грибов вешенки обыкновенной на субстрате с использованием пивной дробины и добавленных к ней отходов от разделки мидий и креветок, которые были смешаны в различных процентных соотношениях и помещены в стеклянные банки ёмкостью 0,5 л. В качестве контрольного образца использовали зерно пшеницы. Описание полученного мицелия показано в табл. 3.

Таблица 3

Описание мицелия

Table 3

Description of the mycelium

Номер образца	Кол-во отходов, %	Цвет	Запах	Примечание
1	5	Белый	Сливочный приятный	После опускания верхнего покрова мицелия появился ярко выраженный грибной запах, мицелий плотный
2	10	Белый	Сливочный, кремовый	После опускания верхнего покрова мицелия появился грибной запах
3	20	Белый	Сливочный, слабо уловимый кислый запах	Густой покров мицелия без жёлтых вкраплений
4	30	Белый	Кисловатый запах	Присутствуют капли желтоватого экссудата («грибная моча»)
5	40	Белый	Сливочный, с отдушкой солёной сушёной рыбы	Присутствуют капли желтоватого экссудата («грибная моча»), мицелий плотный
6	50	Белый	Морской	Присутствуют капли желтоватого экссудата и ощущается неприятный запах, зерно ослизнено, в нижней части субстрата мицелий не пророс
7 контр.	0	Белый	Сливочный, кремовый	Мицелий плотный, после опускания покрова мицелия появился еле заметный грибной запах

Наблюдения за ростом мицелия на субстрате показали, что на образцах № 4, 5, 6 зерно (дробина) в отдельных участках мицелия потемнело, появились капли желтоватого экссудата («грибная моча») (рис. 1) и ощущается кисловатый запах. При сильном окислении зернового носителя (резкий неприятный запах, зерно ослизнено, почти оголено и легко давится пальцами) мицелий был забракован. Степень зарастания зерна, цвет, запах, наличие участков, пораженных различными заболеваниями – по этим основным параметрам определяется пригодность мицелия. На образцах № 1 и 2 скорость роста и покров мицелия был выше, чем на контрольном образце № 7. Данные субстраты можно использовать для выращивания мицелия и пересадки на другие виды субстратов (солома, опилки) и дальнейшего выращивания грибных плодовых тел.

Мицелий полностью обрастает субстрат за 12-15 дней. После того, как весь субстрат освоен мицелием вешенки, для инициации плодообразования шокового штамма воздейст-

вовали холодным шоком, для чего емкости поместили в холодильник с температурой воздуха 4-5 °С. По истечении 4 сут температуру повышали до 16 °С. В период плодоношения в помещении поддерживали температуру воздуха на уровне 15-18 °С, относительной влажности воздуха 80-90 %. Помещение ежедневно проветривалось 2 раза в день. Для чего периодически распыляли из садового пульверизатора проточную воду. Первые грибные тела появились через 29 дней после инокуляции (рис. 2).



Рис. 1. Капли желтоватого экссудата
Fig. 1. Drop yellow exudate



Рис. 2. Плодовые тела вешенки
Fig. 2. Fruit bodies of Pleurotus

Полученные плодовые тела вешенки исследовали на содержание макроэлементов Ca, K, Mg, Na по ГОСТ 26929.

Для исследований макроэлементов готовили 5 образцов, характеристика которых приведена ниже:

- № 1 – минтай (фаршевая смесь);
- № 2 – грибное плодовое тело вешенки с добавлением в субстрат 5 % отходов минтая;
- № 3 – грибное плодовое тело вешенки (контроль).

Результаты определения макроэлементов Ca, K, Mg, Na в испытуемых образцах отображены в табл. 4.

Содержание макроэлементов: Ca, K, Mg, Na

Таблица 4

The content of macroelements: Ca, K, Mg, Na

Table 4

Содержание макроэлементов, мг/кг	Номер исследуемого образца		
	1	2	3
Ca	946	988	149
K	1739	3916	8921
Na	1412	2184	1537
Mg	205	378	768

Как следует из данных табл. 4, содержание Ca в образце № 2 увеличилось в 6,6 раз и в 1,4 раза увеличилось содержание Na по сравнению с контрольным образцом. Но при этом сократилось содержание K в 2,3 раза и содержание Mg в 2 раза. Таким образом, общее содержание макроэлементов в образце № 2 увеличилось в 1,9 раз.

Общие выводы

1. Полученные плодовые тела вешенки исследовали на содержание макроэлементов Са, К, Mg, Na по ГОСТ 26929. Общее содержание макроэлементов в образце № 2 (грибное плодовое тело вешенки с добавлением в субстрат 5 % отходов минтая) увеличилось в 1,9 раз.

2. Наблюдения за ростом мицелия на субстрате показали, что при добавлении в субстрат от 20 до 50 % отходов на отдельных участках мицелий потемнел, появились капли желтоватого экссудата («грибная моча») (см. рис. 1) и ощущается кисловатый запах, что неблагоприятно влияет на рост и развитие мицелия. На образцах субстрата, в который добавляли от 5 до 10 % отходов, скорость роста и покров мицелия был выше, чем на контрольном образце и образцах с большим добавлением отходов. Данные субстраты можно использовать для выращивания мицелия и пересадки на другие виды субстратов (солома, опилки) и дальнейшего выращивания грибных плодовых тел.

3. Внедрение технологии выращивания грибов с отходами гидробионтов в качестве компонента субстрата позволит увеличить ассортимент вырабатываемой продукции, повысит культуру производства.

4. Применение отходов гидробионтов в качестве компонента субстрата для выращивания грибов открывает широкую перспективу для решения проблем охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Палагина М.В., Волошина О.В., Набокова А.А., Приходько Ю.В., Ростовская М.Ф. Продукты функционального действия на основе вторичного сырья рыбопереработки // Рыб. пром-сть. – 2005. – № 1.

2. Нгуен Хай Иен, Новикова М.В., Калашникова Е.А., Миронова О.Ю. Белковые гидролизаты в качестве компонентов питательных сред для выращивания мицелия съедобных грибов // Рыб. пром-сть. – 2010. – № 2.

3. «SAKHALIN.RU: Сахалин и Курилы»: материалы Интернет-ресурса (<http://www.sakhalin.ru>).

4. Боева Н.П. Состояние и перспективы развития производства кормовой муки из гидробионтов // Рыб. пром-сть. – 2004. – № 3.

5. Roels O. A. Recovery of protein hydrolysate from fish and fish products. Patent of USA. 1974. № 3836686.

6. Белковые продукты из отходов переработки: ближайшие планы и долгосрочные перспективы // Рыб. пром-сть. – 2006. – № 4.

7. Мотылева Т.А. Разработка технологии утилизации жировых отходов рыбоперерабатывающих производств в смазочный компонент бурового раствора: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Мурманск, 2006. – 21с.

8. Кисиль Н.Н., Тер-Саркисян Э.М. Переработка рыбных отходов // Рыб. пром-сть. – 2007. – № 2.

9. Мушинский А.С., Быкова И.А. Применение пивной дробины в качестве компонента субстрата для выращивания базидиального гриба вешенка обыкновенная // Вест. ОГУ. – 2002. – № 3. – С. 100-103.

10. Субстрат для выращивания съедобного гриба вешенки обыкновенной: пат. Рос. Федерации. – № 2204236, 2003, № 2222179, 2004.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор проректор по научной работе, e-mail: pro_ur@dalrybvtuz.ru;
Волотка Фёдор Борисович, аспирант, e-mail: volotka@bk.ru.