

ПОЛУЧЕНИЕ БИОМАССЫ МИЦЕЛИЯ ГРИБОВ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ P 05/88 *PLEUROTUS OSTREATUS* И СЕРНО-ЖЕЛТОГО ТРУТОВИКА LS 1-06 *LAETIPORUS SULPHUREUS* В ГЛУБИННЫХ УСЛОВИЯХ

О.В. Уфимцева, П.В. Миронов

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»
660049 Красноярск, пр. Мира 82, e-mail: ufimceva-olga@mail.ru

Исследован химический состав грибов вешенки обыкновенной и серно-желтого трутовика (СЖТ), полученных глубинным способом. Показано, что мицелий грибов содержит значительное количество белка и незаменимых аминокислот. Результаты исследований показали высокую питательную ценность биомассы мицелия и перспективность ее использования в качестве белковой пищевой добавки в различные продукты.

Ключевые слова: мицелий, глубинное культивирование, белково-пищевая добавка

A chemical composition of the P 05/88 *Pleurotus ostreatus* and LS 1-06 *Laetiporus sulphureus* obtained by the deep method has been investigated. It has been shown that *Pleurotus ostreatus* and *Laetiporus sulphureus* consist of a lot amount of proteins and irreplaceable amino acids. The results have shown a very high feeding value of mycelium biomass and availability to use it like proteins feeding supplement in the different products.

Keywords: mycelium, submerged cultivation way, protein food additive

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным направлением получения белка является использование для этой цели грибной биомассы. Известно, что биологическая ценность белков микробной и грибной биомассы превышает ценность белков злаковых и бобовых культур. Производство мицелия по технологии микробиологических производств позволяет сократить продолжительность процесса в 10-15 раз, а выход продукта из сырья повысить в 2-3 раза (Лобанок, 1988; Оболенская, 1991).

Целью данной работы являлось изучение возможности глубинного культивирования мицелия грибов вешенки обыкновенной и серно-желтого трутовика. Выбор этих грибов обусловлен отсутствием в них токсичных метаболитов и пищевой безвредностью. Задачей работы являлось также изучение состава основных компонентов биомассы мицелия и определение биологической ценности белка мицелия.

Для изучения микроморфологии использовали биомассу мицелия, выращенного в глубинной культуре. В качестве посевного материала использовали мицелий, выращенный на твердой агаризованной питательной среде на чашках Петри. В качестве питательной среды для глубинной культуры использовали крахмало-аммонийную среду с содержанием крахмала 1 и 1,5 %.

Глубинное культивирование проводили на лабораторной установке с магнитной мешалкой и объемом культуральной жидкости 250 мл в сосуде объемом 1 л. Процесс проводили в стерильных условиях при температуре, близкой к температурному оптимуму (27 ± 2 °C) при pH 5. Над средой продували стерильный воздух при небольшом избыточном давлении и при расходе около 40 л/ч в расчете на 1 л среды.

Накопление биомассы контролировали по степени увеличения оптической плотности, которую измеряли с помощью ФЭК. Концентрацию биомассы определяли с использованием соответствующего калибровочного графика. Химический анализ проводили по общепринятым методикам (ГОСТ 24027.2-804, 1980; Бузун, 1982; Ермаков, 1988; Государственная фармакопея СССР, 1989).

Скорость накопления биомассы мицелия серно-желтого трутовика была несколько меньше, чем у вешенки при одинаковой начальной концентрации биомассы и концентрации аммонийно-крахмального субстрата. Экономический коэффициент при глубинном культивировании вешенки и серно-желтого трутовика составил $0,45 \pm 0,02$ и $0,43 \pm 0,02$ соответственно (т.е. выход биомассы около 45 и 43 % от массы субстрата). Максимальные удельные скорости роста составили соответственно $\mu_m = 0,051 \pm 0,005$ и $\mu_m = 0,042 \pm 0,005$ ч⁻¹ для вешенки и серно-желтого трутовика. Значения субстратной константы K_s составляют $0,43 \pm 0,02$ г/л для вешенки и $0,49 \pm 0,02$ г/л для серно-желтого трутовика.

Как показывают расчеты, удельные скорости роста мицелия на аммонийно-крахмальной среде не очень высоки; по сравнению, например, с дрожжами удельные скорости меньше приблизительно в 6-7 раз. Однако, по сравнению со скоростью прироста биомассы плодовых тел данных грибов, удельная скорость роста мицелия выше в несколько десятков раз. Кроме того, не исключена возможность существенного увеличения удельной скорости роста мицелия путем подбора более приемлемых питательных сред, устранения лимитирующих факторов, отбора штаммов, обладающих более высокими скоростями.

В процессе накопления биомассы отбирали

пробы как для контроля и определения концентрации биомассы, так и для изучения морфологии глубинной культуры. Установлено, что мицелий вешенки и серно-желтого трутовика совершенно по-разному ведут себя в условиях глубинного культивирования. Даже в условиях «мягкого» перемешивания с помощью магнитной мешалки мицелий серно-желтого трутовика уже через несколько минут культивирования фрагментируется на относительно небольшие фрагменты, которые, однако, не утрачивают способность к росту и накоплению биомассы. На рисунке 1 представлена микрофотография СЖТ из глубинной культуры, иллюстрирующая вышесказанное.

На электронных микрофотографиях, полученных с помощью оптического микроскопа, видно, что в культуре присутствуют, преимущественно, мелкие фрагменты и их агрегаты. Обнаруживаются только единичные гифы. Можно также сделать вывод о том, что в данных условиях продуцируется огромное количество спорового материала. На микрофотографиях хорошо видны эти образования.

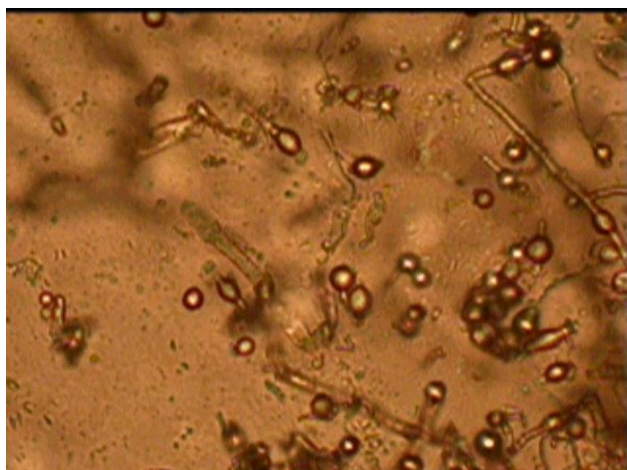


Рисунок 1 – Микрофотография (× 400) мицелия глубинной культуры серно-желтого трутовика (80 ч культивирования)

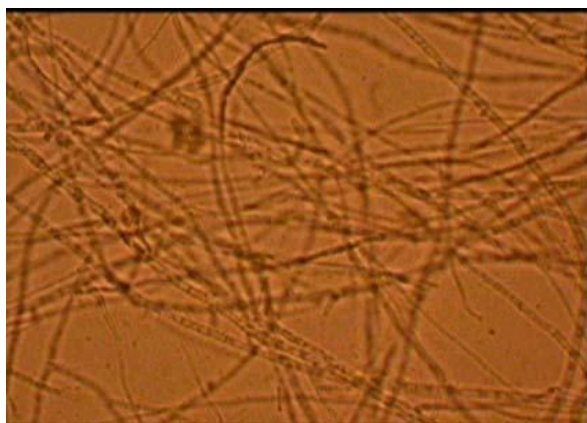


Рисунок 2 – Микрофотография (× 400) мицелия глубинной культуры вешенки обыкновенной (80 ч культивирования)

При культивировании мицелия вешенки в целом его морфология сохраняется. Даже при накоплении значительного количества биомассы структура мицелия сохраняется, что хорошо видно на оптической микрофотографии (рис. 2). Интересно отметить, что в этом случае отдельные гифы скорее всего не срываются, поскольку вязкость культуральной жидкости, ее реология существенно не изменяются в процессе накопления биомассы. Текучесть культуральной жидкости даже после окончания культивирования мало отличалась от текучести в начальный период культивирования.

Обращает на себя внимание, что как при культивировании вешенки, так и при культивировании серно-желтого трутовика в глубинной культуре, грибы не выделяли в культуральную жидкость экстрацеллюлярные полисахариды. Последние обычно выделяются при культивировании в поверхностных условиях на жидких средах, что сопровождается образованием воздушного мицелия. Каких либо признаков гелирования культуральной жидкости в случае культивирования в глубинных условиях, не отмечено.

Урожай биомассы использовали для изучения ее химического состава. Результаты изучения химического состава приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав мицелиальной массы

Основные компоненты	Содержание, % от а.с.м.	
	Вешенка	Серно-желтый трутовик
Трудно-растворимые структурные белки	16 ± 4	11 ± 4
Растворимый белок	26 ± 4	27 ± 4
Углеводы	29 ± 4	30 ± 4
Липиды	3,5 ± 0,3	8,4 ± 0,3
Нуклеиновые кислоты	3,2 ± 0,3	2,7 ± 0,3
Минеральные вещества (зольность)	6,5 ± 0,3	7,7 ± 0,3

Анализ полученной биомассы показал высокое содержание в ней белка. Был изучен аминокислотный состав белка, выделенного из биомассы с целью изучения его биологической ценности. Сравнивали аминокислотный состав белковых веществ полученной сухой биомассы с составом белка, принятого в качестве эталона по уровню сбалансированности аминокислотного

состава (шкала ФАО/ВОЗ). Результаты анализа приведены в таблице 2. Из таблицы видно, что белки лимитированы в первую очередь по триптофану (отсутствует в обеих культурах). В белке вешенки значительно меньше по сравнению с эталонным белком метионина и цистеина (18 %), а затем тирозина (68 %) и изолейцина (85 %). Зато значительно больше лизина, лейцина, валина и

фенилаланина. В белке мицелия СЖТ по сравнению с эталонным белком меньше метионина и цистина, треонина и валина. Очень много лейцина (245 %), фенилаланина и тирозина.

В целом можно считать, что белки мицелия серно-желтого трутовика и особенно вешенки характеризуются высоким содержанием особо ценных незаменимых аминокислот.

Таблица 2 – Аминокислотный состав белка незаменимых аминокислот

Незаменимые аминокислоты	Эталонный белок, %	Скорость, %	Вешенка обыкновенная, %	Скорость, %	Серно-желтый трутовик, %	Скорость, %
Изолейцин	4,0	100	3,4	85	4,7	117
Лейцин	7,0	100	8,4	120	17,2	245
Лизин	5,5	100	4,2	130	4,0	72
Метионин+цистин	3,5	100	0,65	18,5	1,9	54
Треонин	4,0	100	5,6	140	3,7	92
Валин	5,0	100	7,4	148	7,2	144
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	4,1	68	6,5	108
Триптофан	1	100	-	-	-	117

ВЫВОДЫ

Результаты исследования показывают перспективность прямого использования мицелия грибов вешенки и серно-жёлтого трутовика как по выходу биомассы, так и по достаточно высокому уровню содержания общего и растворимого белка в качестве белковых пищевых добавок. Устранение стадии получения плодовых тел в несколько раз снижает продолжительность процесса культивирования, значительно упрощает технологию получения белковой биомассы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бисько, Н.А. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре / А.С. Бухало, С.П. Вассер [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1983. – 312с.
 Бузун, Г.А. Определение белка в растениях с помощью

амидо-чёрного/ К.М. Джемухадзе, Л.Ф.Милешко // Физиол. растений. – 1982. – Т. 29. - № 1. – С. 198-203.

ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержание золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирных масел. Лекарственное растительное сырье. - М.: Изд-во стандартов, 1980. – С. 284-294.

Государственная фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – 11-е изд., доп. - М.: Медицина, 1989. – Вып. 2. – 400 с.

Ермаков, А.Е. Методы биохимического исследования растений/ А.Е.Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош; под ред. А.Е. Ермакова. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. – 1988. – 430 с.

Лобанок, А.Г. Микробный синтез на основе целлюлозы / В.Г. Бабицкая, Ж.Н. Богдановская.- Минск: Наука и техника, 1988. – 262 с.

Оболенская, А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: учеб. пособие для вузов / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А. А. Леонович. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

Поступила в редакцию 31 июля 2008 г.
 Принята к печати 8 июня 2009 г.