

# **КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКА**

**Лутовинова Виктория Алексеевна**

студент,

Югорский государственный университет,

РФ, г. Ханты-Мансийск

E-mail: Vikalovedoshik@mail.ru

***Научный руководитель:***

**Филиппова Нина Владимировна**

канд. биол. наук, зав. кафедрой разработки методики

метагеномного анализа, доцент,

Югорский государственный университет,

РФ, г. Ханты-Мансийск

E-mail: filippova.courlee.nina@gmail.com

## **EDIBLE MUSHROOM CULTIVATION IN KHANTY-MANSIYSK VICINITY**

**Lutovinova Viktoriya**

student,

Yugra State University,

Russia, Khanty-Mansiysk

E-mail: Vikalovedoshik@mail.ru

***Scientific adviser:***

**Filippova Nina**

candidate of biological science, of the laboratory  
of metagenomic analysis methodology development,

associate professor,

Yugra State University,

Russia, Khanty-Mansiysk

E-mail: filippova.courlee.nina@gmail.com

## **АННОТАЦИЯ**

*Культивирование съедобных грибов является важной отраслью пищевой про-  
мышленности. Рейтинг России в области выращивания съедобных и лекарствен-  
ных грибов далеко отстает от стран Юго-Восточной Азии и ряда европейских  
стран. В отдельных регионах России отрасль слабо развита как на уровне про-  
мышленных предприятий, так и научной основы. В рамках настоящего исследо-  
вания начата работа по созданию коллекции штаммов съедобных культивируе-*

мых грибов и аprobированию условий их выращивания в районе Ханты-Мансийска (средняя тайга Западной Сибири). Создана и поддерживается в системе постоянного хранения коллекция штаммов культивируемых съедобных и лекарственных грибов (всего 20 штаммов семи видов). Аprobированы условия выращивания чистых культур на агаре, выращивания зернового мицелия и культивирования в открытом грунте ряда полученных штаммов. Создана выставочная экспозиция о выращивании грибов своими руками на базе музея грибов Югры.

**Ключевые слова:** вешенка, шиитаке, летний опенок, выращивание, съедобные грибы, *Pleurotus*, *Lentinula edodes*, *Kuehneromyces mutabilis*, Западная Сибирь.

**Keywords:** medicinal mushrooms, Oyster mushroom, Shiitake, Sheathed woodtuft, Western Siberia.

## Введение

Грибы – это удивительные организмы, которые занимают особое место на нашей планете. С их помощью мы не только получаем ценный пищевой продукт, но и находим применение в медицине, косметологии и других сферах. Культивирование грибов стало популярным хобби и промышленной отраслью сельского хозяйства, предлагающей новые возможности для бизнеса. Стоит отметить, что культивирование грибов может быть произведено как в домашних условиях, так и на больших фермах. Некоторые виды грибов можно выращивать на специальных субстратах из переработанных растительных или животных отходов [1].

Первенство в производстве искусственно культивируемых грибов принадлежит Китаю, в котором ежегодно выращивают 2246 тыс. т грибов, затем следуют США (345 тыс. т), Япония (336 тыс. т). Большие объемы производства грибов во Франции, Таиланде, Германии, Польше, Канаде, Венгрии. В России производят более 6 тыс. т грибов, в Украине – предположительно 2 тыс. т [2]. В Ханты-Мансийском автономном округе нет производства и опыта по выращиванию съедобных грибов, и на этой основе я поставила перед собой следующие цели и задачи по изучению методик культивирования.

Целью настоящей работы является аprobация методик культивирования разных видов съедобных и лекарственных грибов в природно-климатических условиях Ханты-Мансийска. Для достижения цели в ходе исследования были поставлены следующие задачи:

1. Создание коллекции маточных культур наиболее распространенных видов культивируемых грибов из производственных и природных источников.
2. Изучение свойств роста полученных штаммов на разных питательных средах.
3. Подбор оптимальных условий культивирования на агаре, зерновом и кочечном субстратах для нескольких штаммов.
4. Измерение урожайности в ходе проведенных экспериментов.
5. Организация выставочной экспозиции на базе музея грибов Югры про культивирование грибов.

## Методика

*Создание коллекции маточных культур.* Для получения чистых культур культивируемых штаммов использовали три источника: 1) приобретение мицелия у производителя; 2) приобретение плодовых тел грибов в магазине; 3) сбор дикорастущих культивируемых штаммов в районе Ханты-Мансийска. Приобретенный зерновой мицелий высевали на агаризованную среду и получали чистую культуру. Приобретенные плодовые тела использовали для посева на агаризованную среду кусочком стерильной ткани (трама шляпки), также для получения чистой культуры. Сбор дикорастущих культивируемых штаммов производился в ходе мониторинга макромицетов на постоянных площадках стационаров «Шапша» и «Мухрино» ЮГУ. Посев на агаризованную среду и выделение чистой культуры производилось из стерильной трамы и/или спорового отпечатка.

*Выделение чистых культур на агаризованные среды.* Выделение чистой культуры из зернового мицелия делали посевом зерна на агаризованную среду. Выделение чистой культуры из плодовых тел делали: 1) извлечением кусочка стерильной трамы из шляпки для мясистых плодовых тел; 2) с помощью спорового отпечатка для тонких плодовых тел. Приготовление агаризованной среды осуществлялось по стандартной методике [2]. Для эксперимента со скоростью роста использовали несколько стандартных сред для культивирования грибов (таблица 1).

*Пересев чистых культур для длительного хранения.* Хранение чистых культур осуществлялось на голодном агаре в условиях холодильника. Из чистой культуры отбирали маленькие кусочки и переносили в готовые пробирки с голодным агаром (0,5 мл на пробирку), которую подписывали номером штамма и датой посева. Образцы выращивались 1–2 недели до момента, когда мицелий покрывал диск агара. Хранение осуществлялось в закрытых пробирках, упакованных в зип-пакеты, в холодильнике (+5°C) [3].

Таблица 1

### Состав используемых в работе агаризованных сред

Компонент среды	Голодный агар (НА)	Картофельно-декстрозный агар (PDA)	Сусло – агар (MEA)	Геркулесный агар (OMA)
Вода	+	+	+	+
Агар	+	+	+	+
Сусло	-	-	+	-
Глюкоза	-	+	-	+
Дрожжи	-	+	+	+
Картофель	-	+	-	-
Геркулес	-	-	-	+

*Посев и развитие чистой культуры на зерновом мицелии.* Для выращивания зернового мицелия использовали несколько составов (таблица 2). Подготовку зернового мицелия делали по следующему протоколу:

1. Замачивание зерна на 24 часа, промыв под проточной водой.
2. Стерилизация зерна в 0,5 л банках (заполнены на  $\frac{2}{3}$ ) с добавлением гипса (30 мин при 120°C и давлении 1 атм), банки закрывали фольгой.
3. Посев чистой культуры в зерно: с помощью скальпеля или пинцета переносили разрезанный на кусочки агар в банку (пол-чашки Петри на одну банку), затем перемешивали.
4. Проращивание при комнатной температуре с регулярным наблюдением за скоростью роста или контаминацией среды.

*Таблица 2*

#### **Состав и свойства сред для выращивания зернового мицелия**

Компонент среды	Просо	Пшеница	Овес
Окончательная влажность субстрата	60%	60%	60%
Зерно	290 гр	270 гр	270 гр
Вода	70 мл	70 мл	70 мл
Гипс	3 гр	3 гр.	-

*Посев и развитие культуры на финальном субстрате.* Для получения финального субстрата для плодоношения использовали несколько составов (таблица 3). Подготовку субстрата для плодоношения грибов делали по следующему протоколу:

1. Стерилизация смеси в кастрюле на плите в течение 24 часов, затем охлаждение в течение 10 часов.
2. Слив воды на сетке в течение 10 часов.
3. Смешивание смеси и зернового мицелия в соотношении 5 банок мицелия на 1 кастрюлю (процентный объем зернового мицелия 7%).
4. Упаковка смеси в пакеты, этикетирование, перенос на место для выращивания.
5. Разрезание пакетов (вентиляционные отверстия).
6. Регулярное наблюдение за характером роста или контаминацией.
7. Сбор плодовых тел, взвешивание.

*Таблица 3*

#### **Состав и свойства сред для выращивания плодовых тел**

Компоненты	Опилочная	Опил – щепа	Опил – солома
Конечная влажность	68%	70%	68%
Процентное отношение зернового мицелия	7%	7%	7%

Опил	3 кг	2 кг	2 кг
Солома	-	-	1 кг
Щепа	-	1 кг	-
Гипс	150 гр	150 гр	150 гр
Вода	40 л	40 л	40 л

## Результаты

*Коллекция маточных культур.* В результате формирования коллекции маточных культур получено 20 штаммов семи видов культивируемых грибов (таблица 4). Из них 3 штамма получено из дикорастущих видов, 4 – из приобретенных плодовых тел, 10 – из приобретенного мицелия и 3 из плодовых тел ранее приобретенного мицелия, перезимовавшего на плантации в Шапше. Полученные чистые культуры посажены на долговременное хранение в эппendorфы на голодный агар (по 6 пробирок на каждый штамм), итого на хранение в мае – августе 2023 года заложено 138 пробирок (рисунок 1). Хранение осуществляется в холодильнике при температуре +5°C. Пересев культур будет осуществляться раз в год.

Таблица 4

### Коллекция маточных культур культивируемых грибов, созданная на основе производственных и дикорастущих штаммов

№	Вид и штамм	Источник	Сокращение штамма	Дата выделения чистой культуры
1	Pleurotus ostreatus var 80	1	P-80	2020
2	Lentinula edodes	1	Le	2020
3	Kuehneromyces mutabilis	1	Km	2020
4	Flammulina velutipes	1	Fv	2020
5	Pleurotus eryngii	2	Pem	28.05.2023
6	Flammulina velutipes (M)	2	Fvm	28.05.2023
7	Lentinula edodes (P)	1	Lep	2020
8	Pleurotus ostreatus pulmonarius (Sh)	3	Posh	2020
9	Pleurotus ostreatus (M)	2	Pom	28.05.2023
10	Lentinula edodes (Sh)	3	Lesh	2020
11	Agaricus arvensis	2	Aa	28.05.2023
12	Lentinula edodes (нет названия штамма)	1	Le23	20.06.2023
13	Pleurotus ostreatus (KT-3)	1	PoKT3	20.06.2023

12	<i>Lentinula edodes</i> (нет названия штамма)	1	Le23	20.06.2023
134	<i>Pleurotus ostreatus</i> (НК-35)	1 1	РоНК35	20.06.2023
145	<i>Pleurotus ostreatus</i> (НК-3)	1 1	РоНК3	20.06.2023
15	<i>Pleurotus ostreatus</i> (KT-3)	1 1	Pe23	20.06.2023
16	<i>Ganoderma lucidum</i>	1 1	Gan	20.06.2023
17	<i>Ganoderma lucidum</i>	1 1	Gan	20.06.2023
18	<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Sh)	4 4	KmSh23	23.06.2023
19	<i>Flammulina velutipes</i> (Мнх)	4 4	FvMn	13.09.2023
20	Некий штамм №61378989	4 4	1378989	03.10.2023

Условия наложения к таблице: 1 – зерновой мицелий ООО «Лаборатория Приборы», Магнитогорск; 2 – измельченный грибок с перезимовавшими спорами; 3 – измельченный грибок с перезимовавшими спорами; 4 – личинки в Шатиле, окр. станица «Мухрино» вид, окр. станица «Мухрино»

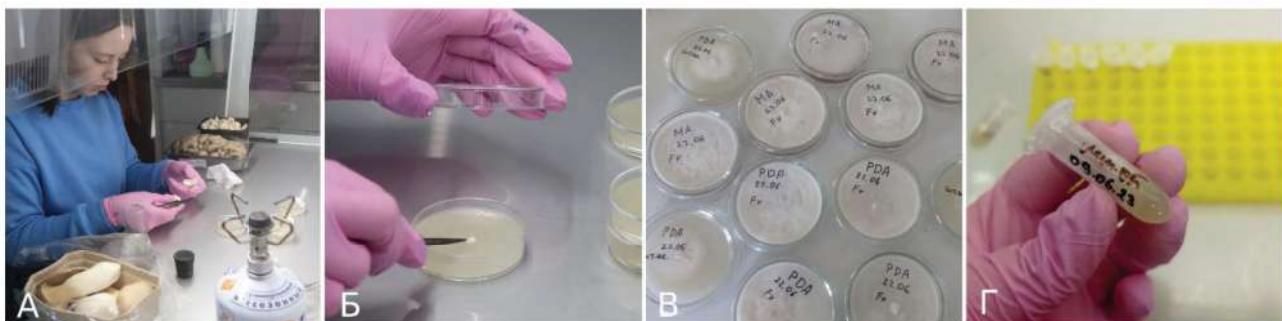


Рисунок 1. Примеры внесения чистых культур на хранение (А – посев приобретенных грибов в культуру; Б – посев кусочка трамы на агар; В – чашки Петри с полностью заросшими культурами; Г – Петри с блюбрюзом заросшим на агаризованной культуре на долговременное хранение)

Характер роста чистых культур на агаризованных средах. Для определения активности полученных культур на разных питательных средах был проведен эксперимент с четырьмя выбранными штаммами и тремя разными агаризованными средами. Показано, что все штаммы проявляют наибольшую скорость роста на сусло-агаре (таблица 5, рисунок 2). Скорость роста между культурами была проведена экспериментом по рядку по выбору: *Pleurotus ostreatus* (P-80), *Lentinula edodes* (Sh), *Flammulina velutipes* (Fv). разными агаризованными средами. Показано, что все штаммы проявляют наибольшую скорость роста на сусло-агаре (таблица 5, рисунок 2). Таблица 5 Сравнение скорости роста различных культур на разных питательных средах:

Штамм	Средняя (или) скорость роста (в мм в неделю)		
	Голодный агар	Сусло – агар	Картофельный агар
<i>Pleurotus ostreatus</i> (P-80), <i>Lentinula edodes</i> (Sh)	5	20	10
Сравнение скорости роста различных культур на разных питательных средах			
<i>Pleurotus ostreatus</i> (P-80)	1	5	2
<i>Lentinula edodes</i> (Sh)	1	5	2
<i>Flammulina velutipes</i> (Fv)	1	15	10

<i>Lentinula edodes</i> (Sh)	1	5	3
<i>Flammulina velutipes</i> (Fvm)	2	15	10

### Рост *Pleurotus ostreatus* var 80

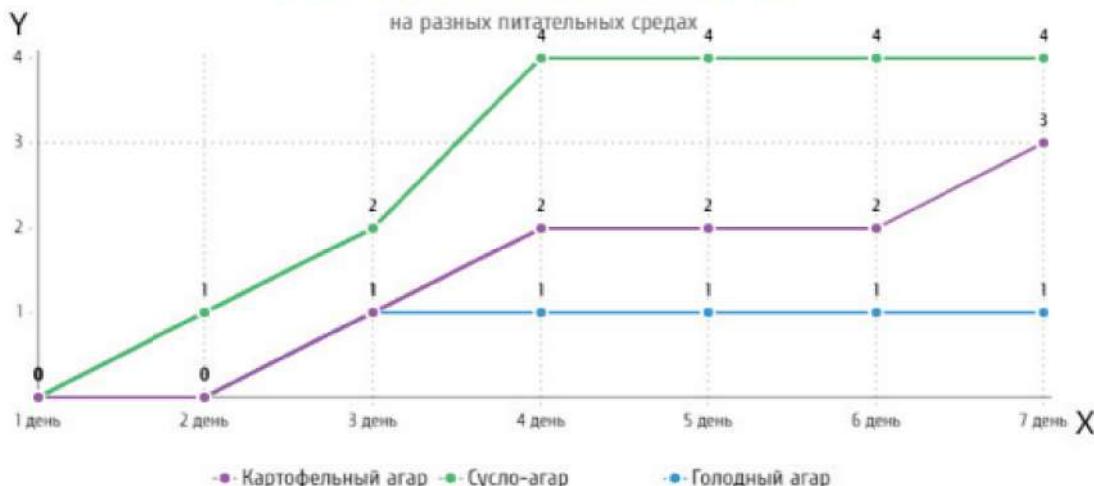


Рисунок 2—Рост мицелия *Pleurotus ostreatus* (Р-80) на различных питательных средах (по оси у рост в см в день, по оси х дни)  
средах (по оси у рост в см в день, по оси х дни)

**Характер роста зернового мицелия.** Из двадцати полученных штаммов характер роста на зерновом мицелии был изучен у пяти штаммов. Показана одинаковая скорость роста на всех использованных зерновых смесях (таблица 6). Однако для посева на опилочную смесь удобнее всего использовать просо (из-за малого разнообразия и большего числа пропагул зерна). Скорость роста (на зерне у разных штаммов различается в порядке убывания: *Pleurotus ostreatus* (Р-80), *Pleurotus ostreatus* (НК-35), *Flammulina velutipes* (Fv), *Kuehneromyces mutabilis* (Km), *Lentinula edodes* (Le)). Меньшего размера зерен и большего числа пропагул). Скорость роста на зерне у разных штаммов различается в порядке убывания: *Pleurotus ostreatus* (Р-80), *Pleurotus ostreatus* (НК-35), *Flammulina velutipes* (Fv), *Kuehneromyces mutabilis* (Km), *Lentinula edodes* (Le).

Таблица 6  
Характер и скорость роста разных штаммов на разных типах зерновой смеси (общее кол-во дней на зарастание банки)

Среда	Вешенка (Р-80) (общее кол-во дней на зарастание банки)	Летний опенок (Km) (общее кол-во дней на зарастание банки)	Зимний опенок (Fv) (общее кол-во дней на зарастание банки)	Вешенка Эриги (Рем) (общее кол-во дней на зарастание банки)	Шитаке (Le) (общее кол-во дней на зарастание банки)
Просо Среда	Вешенка 12 (Р-80)	Летний опенок 16 (Km)	Зимний опенок 10 (Fv)	Вешенка 10 (Рем)	Шитаке 20 (Le)
Овес					
Пшеница Просо	14	16	16	14	20 25

Овес 14 16 18 14 25

**Характер роста и плодоношения на опилочном субстрате.** Из двадцати полученных штаммов для посева на опилочном субстрате использовалось десять. Были проанализированы разные условия плодоношения (на улице и в закрытом помещении), разные объемы тары, а также составы опилочных смесей (чистый опил, опил со щепой и опил с соломой). Всего было сделано 54 посева на опилочную среду (в разной повторности для разных штаммов) (таблица 7).

Таблица 7

**Условия плодоношения разных штаммов на опилочных субстратах  
в эксперименте и результат плодоношения**

<b>Вид и штамм</b>	<b>Среда</b>	<b>Общее число и объем пакетов</b>	<b>Результат плодоношения (сухой вес собранных плодовых тел)</b>
<i>Flammulina velutipes</i> ( <i>Fv</i> )	Опил + щепа	4 * 8 л	Контаминация
	Опил + солома	4 * 4 л	Контаминация
<i>F. velutipes</i> ( <i>Fvm</i> )	Опил + щепа	2 * 8 л	Контаминация
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> ( <i>Km</i> )	Опил + солома	8 * 4 л	В стадии плодоношения
<i>Lentinula edodes</i> ( <i>Le</i> )	Опил + солома	4 * 4 л	Контаминация
	Опил	2 * 2 л	Контаминация
<i>L. edodes</i> ( <i>Lesh</i> )	Опил + солома	4 * 4 л	Контаминация
<i>Pleurotus ostreatus</i> ( <i>P-80</i> )	Опил + щепа	4 * 8 л	945 гр (236 гр с одного мешка)
	Опил	2 * 8 л	Контаминация
<i>P. ostreatus</i> ( <i>Pe23</i> )	Опил + солома	4 * 4 л	Контаминация
	Опил	2 * 8 л	Контаминация
<i>P. ostreatus</i> ( <i>PoHK35</i> )	Опил + солома	4 * 4 л	Контаминация
	Опил	2 * 8 л	671 гр (335 гр с мешка)
<i>P. ostreatus</i> ( <i>PoKT3</i> )	Опил + солома	4 * 4 л	150 гр (37 гр с мешка)
	Опил	2 * 8 л	120 гр (60 гр с мешка)
<i>P. ostreatus</i> ( <i>Pom</i> )	Опил	2 * 8 л	Контаминация
Общее число пакетов			54

Средняя дата начала плодоношения разных штаммов вешенки устричной при выращивании в открытом грунте в июле – августе составила 32 дня с момента посева (от 25 до 42 дней); средняя дата начала плодоношения летнего опенка – 60 дней. Средняя урожайность разных штаммов вешенки при выращивании в открытом грунте в июле – августе – 167 (от 37 до 335) граммов сухого веса с мешка. Урожайность опенка летнего не оценена, поскольку плодоношение продолжается в момент подготовки статьи.

Из десяти штаммов плодоношение получено у четырех (три штамма вешенки и летний опенок). Остальные штаммы не дали положительных результатов и были контаминырованы на ранних стадиях грибами или бактериями, или рост мицелия на опилочном субстрате был слабый.

Основным фактором риска при выращивании в открытом грунте является контаминация из-за проникновения насекомых через вентиляционные отверстия.

Второй фактор риска – жаркие температуры или попадание прямых солнечных лучей. Пакеты с субстратом должны располагаться на максимально затененном участке, с северной стороны постройки или под навесом. Насекомые являются также фактором риска для плодоношения: часть плодовых тел при сборе была поражена личинками. При выращивании в закрытом грунте (неспециализированном помещении) основными факторами риска являются сухость воздуха и плохая аэрация. При падении влажности ниже 50% плодовые тела вешенки формировались сухими и искривленными.

Таким образом, в целом плодоношение на опилочном субстрате не было успешным. Причиной является отсутствие специализированного оборудования для стерилизации среды и помещений с регулируемым микроклиматом для выращивания мицелия и плодоношения.

### **Заключение**

1. Создана коллекция маточных штаммов культивируемых грибов (20 штаммов семи видов), которая будет использоваться дальше для экспериментальных и образовательных целей. Апробирована методика создания коллекции маточных культур.

2. Экспериментально изучен характер роста разных штаммов на разных агризованных питательных средах. Отработан оптимальный протокол выращивания мицелия на агаре, получены оценки необходимых временных затрат.

3. Экспериментально изучен характер роста разных штаммов на разных зерновых смесях. Отработан оптимальный протокол выращивания зернового мицелия, получены оценки необходимых временных затрат.

4. Экспериментально изучен характер роста и плодоношения разных штаммов на разных субстратных смесях в разных условиях культивирования (под открытым небом или в закрытом помещении). Сделаны рекомендации для любителей, собирающихся выращивать грибы у себя на приусадебном участке.

5. Создана выставочная экспозиция, баннеры и проведены занятия для посетителей музея грибов Югры о выращивании культивируемых грибов.

### **Благодарности**

*Грант для организации молодежной лаборатории в Югорском государственном университете (Западно-Сибирский межрегиональный научно-образовательный центр мирового уровня) в рамках национального проекта «Наука и университеты».*

### **Список литературы**

1. Комин П. А. Искусственное выращивание гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler ) на хвойных опилках // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11. С. 15-19.

2. Морозов А. И. Современное промышленное грибоводство. М.: АСТ, 2007. 222 с.
3. Дудка И. А. [и др.]. Промышленное культивирование съедобных грибов. Киев: Наукова думка, 1978. 264 с.
4. Лобанкова О. Ю. [и др.]. Грибоводство. Ставрополь: АГРУС, 2012. 140 с.
5. Stamets P., Chilton J. The Mushroom Cultivator: A Practical Guide to Growing Mushrooms at Home. Washington: Agarikon Press, 1983. 415 p.