

**ПРОГРАММА ПО КУРСУ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МАКРОМИЦЕТОВ В ПИЩЕВЫХ И МЕДИЦИНСКИХ
ЦЕЛЯХ»
V КУРС БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ
КАФ. МИКОЛОГИИ И АЛЬГОЛОГИИ**

Преподаватель: д.б.н., проф. Лидия Васильевна Гарибова.

Объем курса – 84 часа (24 часа лекции, 4 часа семинар и 56 часов практикум).

Форма отчетности – зачет.

**Лекции «Биологические основы промышленного культивирования макромицетов в
пищевых и медицинских целях»**

Исторический обзор искусственного культивирования съедобных грибов.

Древнейшие культуры ксилотрофных базидиомицетов на Дальнем Востоке (Китай, Япония). История культивирования съедобных грибов в Европе и Северной Америке. Роль промышленного грибоводства в решении проблем дефицита пищевого белка и утилизации отходов лесной промышленности и сельского хозяйства. История и современное состояние грибоводства в России. Грибоводство как одна из перспективных биотехнологий.

Культивируемые виды съедобных грибов: черный трюфель, сморчки, шампиньон двуспоровый, шампиньон двукольцевой, вешенка устричная и другие виды этого рода, зимний гриб (фламмулина бархатистоножковая), строфария морщинисто-кольцевая (кольцевик), лентинус, или сиитаке, летний опенок, вольвариелла. Систематика, биология, экология перечисленных видов. Виды высших базидиомицетов, перспективные для промышленного культивирования (роды Копринус, Агроцибе, Макролепиота, Леписта, Трутовики листоватый, зонтичный, лакированный, Ежевик-геридий шиповатый). Пищевая и фармакологическая ценность культивируемых съедобных грибов.

Методологические подходы к изучению макромицетов, культивируемых в пищевых и фармакологических целях. Основные этапы изучения макромицетов для их использования в биотехнологиях.

Изучение диапазона изменчивости морфолого-культуральных признаков чистых культур на наборе сред.

Изучение микроморфологии мицелия.

Разработка стандартной методики получения плодовых тел *in vitro* для контроля видов и штаммов, особенно в условиях глубинного культивирования.

Проведение *in vitro* полного цикла развития гриба от споры до споры для отработки стандартных параметров культивирования на каждом этапе (вегетативная и генеративная стадии).

Изучение активности комплекса окислительных и гидролитических (в основном лигно- и целлюлозолитических) ферментов.

Изучение генетического полиморфизма видов и штаммов методом электрофореза.

Изучение биологической активности по отношению к стандартному набору тест-организмов.

Молекулярно-генетические исследования как основа для селекции и маркирования продуктивных штаммов.

Трофические группы макромицетов. Особенности физиологии питания.

Плодообразование. Гумусовые и подстилочные сапротрофы, копротрофы, ксилотрофы и микоризные грибы. Понятие о конкуренции за субстрат. Принцип селективности субстрата как основы для промышленного культивирования съедобных грибов. Общее понятие о ферментном разложении субстратов культивируемыми грибами. Значение лигно-целлюлаз и протеаз в питании и степени усвоения субстратов культивируемыми грибами разных эколого-трофических групп (ксилотрофы, гумусовые и подстилочные сапротрофы). Условия перехода от вегетативной к генеративной стадии (образованию плодовых тел) у грибов. Особенности образования плодовых тел в разных эколого-трофических группах. Триггерные факторы плодообразования: абиотические (свет, аэрация, влажность), биотические (микробиота, высшие растения). Свет как триггерный фактор для ксилотрофов (вешенка и др.). Микробиота почвы - триггерный фактор плодообразования гумусовых сапротрофов (шампиньон).

Понятие о стерильной грибнице при культивировании съедобных грибов.

Общая характеристика стерильной грибницы - посадочного материала. Обзор современных технологий производства стерильной грибницы. Основные требования к производству и качеству грибницы.

Коллекции чистых культур высших базидиальных грибов (РФ, СНГ, за рубежом). Коммерческие культуры съедобных грибов. Методы хранения: криоконсервация, агаризованные питательные среды, среды на основе естественных субстратов. Хранение при температуре +2⁰ С. Длительность хранения. Маркировка. Идентификация чистых культур съедобных грибов: морфолого-культуральные и микроморфологические признаки, биохимическая маркировка (ДНК и ферменты, рестрикционный анализ, электрофорез изоферментов). Маточная и промежуточная культуры. Твердые и жидкие

промежуточные культуры. Посадочная грибница. Общая схема технологического процесса от коллекционной культуры до посадочной грибницы.

Методы оценки состояния культур базидиальных грибов по морфологическим и физиологическим признакам, включая диапазон их изменчивости. Комплекс методик для определения уровня жизнеспособности мицелия культивируемых макромицетов. Комплекс методик для определения инфицированности (заспоренности) посевного материала (зерновой и опилочной грибницы, глубинной культуры) макромицетов.

Сортоизучение и селекция. Понятие сорта и штамма у культивируемых грибов. Методы оценки variability в производстве и селекции культивируемых съедобных грибов. Особенности гибридов. Поддерживающая селекция.

Культивирование шампиньона двуспорового. Микологическое описание базидиом. Систематика, экология, цитология, особенности роста и развития. Трофическая группа гумусовых сапротрофов. Общая схема процесса культивирования. Одно-, дву- и многозональные системы. Культивационные помещения, оборудование. Физиология питания шампиньона. Природные источники азота и углерода, особенности и степень их усвоения шампиньоном. Важность качественного состава и количественного соотношения азота и углерода в субстрате для оптимального роста и развития шампиньона. Субстрат. Его приготовление. Основные задачи процесса компостирования. Характеристика показателей субстрата, отвечающих требованиям селективности для шампиньона как гумусового сапротрофа (по присутствию доступных форм углерода, азота, фосфора, калия, рН среды). Формула “идеального субстрата”. Физико-химические процессы при компостировании. Микробиологические процессы компостирования. Динамика и роль термофильных микроорганизмов (бактерии, актиномицеты, микромицеты). Анализ современных способов компостирования: классическое, двухфазное (с пастеризацией), “короткое”. Тоннели 1 и 2 фаз компостирования.

Прием нанесения почвенной покрывки или прием гобтировки при культивировании шампиньонов. Его биологическое значение. Композиционный состав покрывки. Физико-химические параметры; влагоемкость, проницаемость для газов, химический состав, рН. Микробиология почвенной покрывки. Возможные механизмы стимуляции плодообразования шампиньона микроорганизмами почвенной покрывки. Биологические подходы к обеззараживанию почвенной покрывки (термическая обработка, фумигация). Оптимальные параметры режима культивирования шампиньона на разных этапах технологического процесса (температура, влажность, аэрация). Вредители и болезни

культивируемого шампиньона и меры профилактики и борьбы с ними. Особенности культивирования шампиньона двукольцевого.

Культивирование вешенки устричной и других видов рода Вешенка. Основные культивируемые виды рода: вешенки - устричная, или обыкновенная, рожковидная, легочная, степная, розовая, сака. Систематическое положение. Микологическое описание базидиом Физиология и биохимия питания вешенок как ксилотрофных грибов. Ферменты. Требования к лигно-целлюлозному комплексу субстратов. Особенности усвоения источников азота и углерода. Исходные компоненты для приготовления субстратов. Физические свойства, химический состав. Трансформация субстратов при росте и развитии вешенки. Показатели эффективности использования субстратов грибом. Понятие об экстенсивной и интенсивной технологиях.

Интенсивная технология. Компоненты субстратов. Способы их подготовки. Цели обработки. Условия для селективного развития вешенки. Термическая обработка субстрата: стерилизация, суперпастеризация (стерильный вариант технологии); ксеротермическая обработка, пастеризация, гидротермическая обработка (нестерильный вариант технологии). Способы инокуляции субстратов стерильной грибницей. Поддержание основных параметров режима культивирования при вегетативной фазе и фазе плодообразования (температура, влажность, аэрация, освещенность). Шоковые и безшоковые сорта. Болезни и вредители вешенки. Меры профилактики и борьбы.

Культивирование ши-такэ (шии-таке), или японского гриба. Пищевая и медицинская ценность гриба. Особенности биологии. Районы естественного распространения. История культивирования. Систематическое положение. Микологическое описание базидиом. Экстенсивный способ культивирования. Подбор древесных пород. Подготовка древесины. Способы инокуляции. Условия и режим инкубации. Прием промачивания. Условия для плодоношения: свет, температура, влажность. Сроки плодоношения. Урожайность. Интенсивный способ культивирования. Подбор компонентов субстрата. Оптимальные уровни pH, влажности. Емкости для выращивания. Стерилизация, инокуляция, режим инкубации (влажность, температура, уровень CO₂). Формирование блоков, Промачивание. Условия для плодоношения: свет, влажность, уровень CO₂. Количество и продолжительность волн плодоношения. Урожайность.

Культивирования фламмулины бархатистоножковой, или зимнего гриба. Систематическое положение. Микологическое описание базидиом. Особенности биологии фламмулины как факультативного ксилопаразита. Требования к условиям выращивания. Схема интенсивной технологии, основанной на стерильном способе культивирования.

Высокий уровень технологии, основанный на микробиологических методиках культивирования грибов. Автоматизация процессов. Цикличность. Компоненты субстратов, минеральные добавки. Режимы стерилизации субстратов и уровня стерильности культивационных помещений на разных этапах культивирования (от спор до получения плодовых тел). Основные параметры режима культивирования на фазе мицелиального роста и плодоношения (температура, влажность, аэрация, освещенность).

Культивирование строфарии морщинистокольцевой, или кольцевика.

Систематическое положение. Микологическое описание базидиом. Особенности биологии кольцевика как подстилочного сапротрофа. Субстраты на основе отходов сельского хозяйства. Способы подготовки субстратов. Термическая обработка. Использование приема гобтировки. Основные параметры режима культивирования на вегетативной и генеративной стадиях развития гриба (температура, влажность, аэрация). Относительная толерантность кольцевика к колебаниям основных параметров режима культивирования.

Культивирование ежевика (геридий) шиповатого. Пищевые качества и медицинские свойства. Систематическое положение. Микологическое описание базидиом. Распространение в природе. Особенности трофики и формирования базидиом. Экстенсивный способ культивирования: подбор и подготовка древесины, инокуляция. Особенности размещения заинокулированных отрезков древесины. Основные параметры инкубации: температура, влажность. Плодоношение. Свет. Влажность. Количество и продолжительность волн плодоношения. Урожайность. Интенсивный способ культивирования. Компоненты субстрата. Добавки. Емкости для выращивания. Термическая обработка субстрата. Инокуляция. Параметры инкубации: оптимальные температура, влажность воздуха, концентрация CO₂ в емкости. Условия для плодоношения: температура и влажность воздуха, освещенность, содержание CO₂ в воздухе, аэрация культивационного помещения. Количество волн плодоношения. Урожайность. Качества плодовых тел.

Культивирование трутовика (ганодерма) лакированного. История применения трутовика лакированного (рейши, линг-чи) в медицине. Лечебные свойства. Современное состояние изученности лечебных свойств трутовика лакированного Систематическое положение. Микологическое описание базидиом. Особенности биологии. Трофическая группа. Распространение в природе. Экстенсивное культивирование. Выбор и подготовка древесины. Инокуляция. Размещение отрезков инокулированной древесины в траншеях. Основные параметры микроклимата в период инкубации и способы его поддержания. Контроль за разрастанием грибницы. Плодоношение. Температура и влажность воздуха. Полуинтенсивный метод культивирования. Интенсивное культивирование. Компоненты

субстрата. Влажность субстрата. Емкости. Режим стерилизации субстрата. Инокуляция. Инкубация: температура воздуха и влажность в инкубационном помещении. Концентрация CO₂ в емкости. Плодоношение. Режим освещения, аэрации, увлажнения. Определение зрелости плодовых тел. Волны плодоношения. Урожайность.

Культивирование близкого вида трутовика плоского в медицинских целях.

Мицелий съедобных грибов как источник пищевого и кормового белка.

Состав мицелия съедобных грибов по сравнению с составом плодовых тел. Возможность применения микробиологических методов глубинного и твердофазного культивирования мицелия съедобных грибов в ферментерах.

Принципы подбора грибов - продуцентов для получения пищевого и кормового белка.

Проблемы и перспективы биотехнологий, связанных с культивированием макромицетов в пищевых и медицинских целях.

Принципы организации грибоводческих предприятий. Оценка ресурсов. Выбор объекта культивирования. Составление технико-экономического обоснования. Разработка технологической схемы культивирования. Обоснование объема вложений. Расчет рентабельности и сроков окупаемости проекта.

Практикум «Биологические основы промышленного культивирования макромицетов в пищевых и медицинских целях»

Выделение чистых культур макромицетов.

Приготовление маточных, промежуточных культур и приготовление посадочной стерильной грибницы.

Проведение экспериментов, моделирующих технологии культивирования шампиньона двуспорового, видов рода вешенка, сии-такэ, зимнего гриба и кольцевика.

ЛИТЕРАТУРА

- Бисько Н.А., Дудка И.Д.* Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев. Наукова думка. 1987. 146 с.
- Вассер С.П., Гарибова Л.В., Дудка И.А.* Промышленное культивирование съедобных грибов. Ред. И.А. Дудка. Киев. Наукова думка. 1978. 285 с.
- Гарибова Л.В.* Род *Agaricus* (Fr.) P.Karst. Систематика. Экология. Особенности развития. В сб.: Новое в систематике и номенклатуре грибов. М. Изд. Национальной Академии Микологии. 2003. С. 442-457.

- Гарибова Л.В.* Выращивание грибов. М. Изд. Вече. 2005. 96 с.
- Денисова Н.П.* Лечебные свойства грибов. Этномикологический очерк. СПб. Изд. СПбГМУ 1998. 59 с.
- Бухало А.С. (ред.)* Культивирование съедобных и лекарственных грибов. Практические рекомендации. Киев. Изд. Чернобыльинтеринформ . 2004. 128 с.
- Решетникова И.А.* Мицелий грибов как источник кормового и пищевого белка. М. Изд. МГУ. 1989. 55 с.
- Шнырева А.В.* Род *Pleurotus* (Fr.) Kumm. В сб.: Новое в систематике и номенклатуре грибов. М. Изд. Национальной Академии Микологии. 2003. С.419-441.
- Griensven L.J.D. (ed.)*. The cultivation mushroom. Darlington. England. 1988. 515 p .
- Psurtseva N.V., A.A. Kiyashko, E.Y. Gachkova, N.V. Belova.* Basidiomycetes culture collection LE (BIN). Catalogue of the strain. 2-nd issue. KMK Scientific Press Ltd Moscow-St.Peterburg. 2007. 116 p.
- Stamets P.* Growing gourment and medicinal mushrooms. Hong Kong. Berkeley. 1993. 552 p.

Составитель: д.б.н., проф. Л.В. Гарибова.