

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
биологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан биологического факультета,  
академик



/М.П. Кирпичников/

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **ВРЕМЕННАЯ ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по специальности

### ***1.5.6 Биотехнология***

кафедра микробиологии биологического факультета МГУ

Шифр и наименование области науки: 1.5. Биологические науки

Наименование отраслей науки,

по которым присуждаются ученые степени: Биологические науки

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Ученым советом факультета  
(протокол №3 от 24 февраля 2022 г.)

Москва 2022

## **I. Описание программы:**

Настоящая программа охватывает основополагающие разделы и области знания, в основе данной программы лежат следующие дисциплины:

Современные проблемы биологии по специальности (биотехнология).

## **II. Основные разделы и вопросы к экзамену:**

### **1. Состояние и развитие современной биотехнологии**

1. Научные основы современной микробной биотехнологии: предмет, задачи и цели, история возникновения и развития.
2. Объекты и методы микробной биотехнологии.
3. Роль фундаментальных исследований в становлении и развитии микробной биотехнологии.

### **2. Основы промышленной микробиологии**

1. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов. Основные типы сред. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, техника Хангейта. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур).
2. Сбалансированный и несбалансированный рост. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании.
3. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.
4. Сырье для ферментаций, его биологическая ценность и экономическая оценка. Источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов, используемые в биотехнологии.
5. Промышленная асептика, стерилизация аппаратуры, жидкостных и газовых потоков. Способы стерилизации жидкостей. Термическая стерилиза-

- ция. Кинетика гибели микроорганизмов. Влияние температуры, критерии стерилизации. Периодическая и непрерывная стерилизация.
6. Разработка технологических схем стерилизации жидкостей. Стерилизация воздуха. Особенности стерилизующей фильтрации воздуха. Технологические схемы сжатия и очистки воздуха.
  7. Стерилизация оборудования, деcontаминация воздуха в производственных помещениях. Проверка оборудования и сред на стерильность.
  8. Принципиальная схема поверхностного культивирования. Принципиальная схема глубинного культивирования. Основные типы ферментационной аппаратуры для поверхностного и глубинного культивирования.
  9. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов отделения биомассы.
  10. Основные принципы культивирования вирусов, выращивания культур клеток и тканей.
  11. Методы контроля микробиологических производств.
  12. Методы определения концентрации микроорганизмов. Химический анализ основных компонентов культуральной жидкости. Контроль асептичности процессов.
  13. Методы и приборы для контроля технологических параметров процесса культивирования – температуры, рН, содержания растворенных газов объема и массы растворов.
  14. Применение газового анализа, электрофореза, газовой и жидкостной, а также высокоэффективной, хроматографии для контроля производства.
  15. Основные положения GMP-протокола (Good Manufacturing Practice). Требования к помещениям, сырью, производству, очистке продукта, его упаковке, маркировке, воздуху, очистным сооружениям. Хранение и распределение готового продукта, транспортная логистика.

### **3. Пищевая биотехнология**

1. Концепция современного питания, сбалансированное, рациональное и функциональное питание. Химическая характеристика пищевых продуктов.
2. Белковая проблема и питание человека. Производство пищевого белка. Белок в кормопроизводстве, характеристика растительного и микробного белка. Технология белка одноклеточных – проблема сырья, производства и экологии.
3. Технология промышленного получения белка, белково-витаминные концентраты на базе гидролизатов древесины, растительных отходов, углеводородов нефти, дизельного топлива, спиртов и природного газа.
4. Микробиологическое производство аминокислот, технология получения лизина, глутаминовой кислоты и других аминокислот.

#### **4. Культивирование и рост микроорганизмов**

1. Накопительные и чистые культуры. Основные типы сред, Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, техника Хангейта. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур).
2. Сбалансированный и несбалансированный рост. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент.
3. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.

#### **5. Микробная биотехнология**

1. Технология получения антибиотиков, полусинтетические антибиотики.
2. Технология получения ферментных препаратов, особенности очистки и концентрирования. Товарные формы ферментных препаратов, полиферментные системы и их применение.
3. Имобилизованные ферменты и клетки.

4. Технология микробиологического производства удобрений.
5. Технология получения энтомопатогенных препаратов, основы их применения в сельском хозяйстве.
6. Промышленное применение микроорганизмов для производства витаминов, органических кислот, спиртов и растворителей.
7. Перспективы промышленного применения методов биотехнологии в хозяйственной деятельности.

#### **6. Медицинская биотехнология**

1. Биообъекты в фармакологии, гигиене и санитарии.
2. Генетический контроль за функционированием биообъектов. Подходы к совершенствованию биообъектов.
3. Имобилизованные биообъекты. Использование методов иммобилизации объектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний.
4. Микробиологическая трансформация органических соединений в производстве лекарственных препаратов.
5. Современная диагностика на основе белков, нуклеиновых кислот, ферментов.

#### **7. Введение в современную иммунобиотехнологию**

1. Использование антител для очистки биологических жидкостей.
2. Гибридомные технологии.
3. Иммуносенсоры.
4. Современные прививочные препараты.
5. Препараты на основе живых культур микроорганизмов (пробиотики и пребиотики, симбиотики).
6. Санитарная и профилактическая биотехнология.

#### **8. Экобиотехнология и биоконверсия возобновляемого сырья и отходов**

1. Основные экологические особенности протекания биологических процессов в открытых средах и природных нишах. Основные пути перера-

- ботки отходов и ликвидации загрязнений биотехнологическими методами.
2. Силосование и компостирование, основные биологические и технологические особенности.
  3. Вермикультура, биоудобрения.
  4. Биологические средства защиты растений, технологические особенности их получения и использования.
  5. Получение микробных инсектицидов, общие требования к препаратам и к технологии их применения.
  6. Источники, пути переноса и трансформации органических ксенобиотиков и тяжелых металлов в окружающей среде.
  7. Биохимические особенности и микробиологические процессы биодegradации и биотрансформации ксенобиотиков. Пути подготовительного метаболизма ксенобиотиков.
  8. Биотехнологические методы ремедиации природных сред и обеззараживания загрязнений.
  9. Реутилизация промышленных и сельскохозяйственных отходов.
  10. Методы обработки и утилизации биомассы. Создание замкнутых технологических схем безотходного производства.
  11. Организация очистных сооружений в промышленном районе. Основные этапы обработки производственных сточных вод. Принципиальная схема очистных сооружений. Классификация и основные особенности их организации. Механическая, физико-химическая, биологическая обработка и утилизация осадков сточных вод.
  12. Биоценозы очистных сооружений. Аэробная и анаэробная биологическая очистка сточных вод.
  13. Аэробные процессы очистки воздуха. Биологическая дезодорация газов: основные методы и принципиальные конструкции установок.
  14. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред: основные подходы, ограничения и пути их преодоления.

15. Биопрепараты – основные этапы получения и использования.
16. Биоциды и ингибиторы коррозии. Основные группы и пути использования.

### **9. Технология микробиологических производств**

1. Составление ТЭО и технического проекта. Методы разработки технологической схемы. Сравнение альтернативных решений по каждой стадии. Разбор стадий хранения и размножения посевного материала, подготовки сырья, приготовления питательных сред, стерилизации потоков и оборудования. Разработка рабочих чертежей, расчет технологических схем.
2. Характеристика основной нормативно-технической документации, необходимой для организации новых и модернизации существующих биотехнологических производств. Порядок постановки на учет новых видов биотехнологической продукции.
3. Стехиометрия микробиологического синтеза. Методы расчета стехиометрических коэффициентов. Порядок составления материального баланса биосинтеза.
4. Тепло-массообменные процессы стадии ферментации. Влияние условий культивирования на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к биомассе. Концентрационные ямы. Массопередача CO<sub>2</sub>.
5. Массообменные характеристики ферментера. Методы аэрирования в ферментерах и оценка его уровня. Пенообразование и пеногашение (химическое, технологическое). Перемешивание при ферментации, виды перемешивания (механическое, пневматическое, эрлифтное).
6. Ферментационное оборудование, его классификация, выбор конструкционных материалов. Сравнение ферментеров. Критерии выбора для конкретного производства. Методы определения величины коэффициента массопередачи.

7. Методы и приборы контроля и автоматизации микробиологического производства. Моделирование ферментеров. Структура математических моделей производства.

#### **10. Термодинамика и кинетика микробиологических процессов**

1. Термодинамические расчеты биохимических реакций: теплота и свободная энергия, влияние температуры, pH и растворителей. Основные понятия термодинамики необратимых процессов: степень полноты реакции, некомпенсированная теплота и сродство.
2. Сопряженные реакции. Обмен энергией и энтропией между клеткой и средой. Кинетика простых и сложных реакций, селективность.
3. Стационарная кинетика ферментативных реакций, уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость ферментативных реакций. Температурная и pH-зависимость активности ферментов, инактивация ферментов.
4. Кинетическое описание процесса роста популяций, экспоненциальная модель, уравнение Моно-Иерусалимского.
5. Математическое описание периодической, турбидостатной и хемостатной культуры.
6. Кинетическое описание смешанных культур. Кинетика гибели микроорганизмов, стерилизация.
7. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами. Особенности исследования и описания процессов биосинтеза, сопровождающихся массопередачей в системе «газ-жидкость-клетка».
8. Мембранный потенциал. Редокс-потенциалы в биологических системах. Перенос вещества через мембраны. Мембранное равновесие, уравнение Доннана. Понятие pH, буферные смеси и их биологическая роль.
9. Адсорбция и поверхностные явления в биологических системах. Основные принципы хроматографии, ее применение.
10. Микробные популяции как коллоидные системы, стабилизация и коагуляция, седиментация.



11. Высокмолекулярные биологические коллоидные системы, свойства растворов белков и полисахаридов. Физико-химические свойства гелей, роль гелей в биологических объектах.

### III. Критерии оценивания

Критерии и показатели оценивания ответа на экзамене			
1	2	3	4
<b>Неудовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>
Фрагментарные знания по всем заданным вопросам, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов биотехнологии.	Неполные знания по нескольким заданным вопросам, слабое ориентирование в материале, определенные трудности в сопоставлении и анализе сведений из нескольких разделов биотехнологии.	Полные знания, но содержащие отдельные пробелы в разделах биотехнологии, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.	Исчерпывающие знания по всем заданным вопросам, свободное владение материалом, грамотные сопоставление и анализ сведений из различных разделов биотехнологии.

### IV. Рекомендуемая основная литература:

1. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию. М., «Академия», 2014
2. Безбородов А.М., Квеситадзе Г.И. Микробиологический синтез. СПб., «Проспект Науки», 2011.

### V. Дополнительная литература:

1. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. М., изд-во Моск. ун-та, 2004.
2. Егоров Н.С. (ред.). Промышленная микробиология. М., «Высшая школа», 1989.
3. Нетрусов А.И. (ред.). Практикум по микробиологии. М., «Академия», 2005.

### VI. Авторы временной программы:

1. Нетрусов Александр Иванович, д.б.н., профессор
2. Осмоловский Александр Андреевич, к.б.н., доцент