Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 16:04:57
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах»

Направление подготовки
19.04.01 Биотехнология

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик (и):

Программу составили:

доцент, к.б.н.  / И.И. Горшина /

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«ХимБиотех, д.с.х.н.  /Н.В.Мясищева /

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является:

- изучение высокоспециализированных групп экстремофильных микроорганизмов, механизмов их адаптации к экстремальным условиям обитания

- использование различных групп экстремофильных микроорганизмов в биотехнологических процессах.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести:

- формирование знаний у студентов о способности микроорганизмов существовать при экстремально низких и высоких значениях температуры и pH, в условиях повышенного давления, низкой водной активности; познакомить с механизмами психро- и термофилии, pH-гомеостаза, барофилии, осморегуляции;

– формирование знаний в современных технологий с использованием экстремофильных микроорганизмов в различных биотехнологических процессах.

- выработка умений и навыков поиска, выделения и культивирования штаммов экстремофильных микроорганизмов;

– изучение способов получения и хранения экстремофильных микроорганизмов.

Обучение по дисциплине «Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-6 Способен осуществлять контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом	ИПК-6.1 Знает: технологию и контроль производства БАВ; показатели качества биотехнологической продукции; статистические методы управления качеством продукции; виды брака и его учет в производстве биотехнологической продукции ИПК-6.2 Умеет производить анализ качества сырья для биотехнологического производства в соответствии с регламентом; определять содержание основного вещества в готовых БАВ; определять активность действующего вещества в готовом биотехнологическом препарате; определять содержание клеток продуцента в продуктах, полученных с помощью микроорганизмов; анализировать претензии от потребителей по качеству продукции биотехнологического производства; вести учет дефектной продукции биотехнологического производства; анализировать причины появления дефектной продукции биотехнологического производства, производить расчет вероятности факторов появления и значений последствий; разрабатывать предложения по снижению (предотвращению) производства дефектных продуктов ИПК-6.3 Владеет методиками оценки входного контроля качества сырья, используемого в биотехнологическом процессе; проведения контроля качества промежуточной и готовой биотехнологической продукции; рассмотрения рекламаций по качеству БАВ; выявления критических (опасных) факторов на отдельных технологических операциях биотехнологического производства; разработки мероприятий с целью устранения рисков или снижения их до допустимого уровня и повышения безопасности выпускаемой биотехнологической продукции

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами:

- «Технология ферментных препаратов»;
- «Клеточная и белковая инженерия»
- «Низкотемпературные технологии в производстве и хранении термолабильных биоматериалов».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	-
1	**Аудиторные занятия**	**32**	**32**	-
	В том числе:			
1.1	Лекции	16	16	-
1.2	Семинарские/практические занятия	16	16	-
1.3	Лабораторные занятия			-
2	**Самостоятельная работа**	**40**	**40**	-
3	**Промежуточная аттестация**			-
	зачет			-
	Итого	**72**	**72**	-

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	Введение. Роль экстремофильных организмов в биосфере	5	2	-		-	3
2.	Тема 1. Экстремальные условия и места обитания. Группы экстремофильных микроорганизмов	13	2	4		-	7
3.	Тема 2. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при низких и высоких температурах. Биотехнологический процессы с использованием термофилов	9	2	2		-	5

4.	Тема 3. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при экстремальных значениях pH	9	2	2		-	5
5.	Тема 4. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту в условиях повышенного давления	9	2	2		-	5
6.	Тема 5. Существование микроорганизмов в условиях интенсивного облучения	9	2	2		-	5
7.	Тема 6. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту в присутствии токсичных ионов и соединений	9	2	2		-	5
8.	Тема 7. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при высоких концентрациях солей и растворенных веществ	9	2	2		-	5
	Итого	**72**	**16**	**16**			**40**

3.3. Содержание дисциплины

Введение

В данной дисциплине рассматриваются биоразнообразие и экологическая роль высокоспециализированных экстремофильных микроорганизмов, разделенных на группы в соответствии с физико-химическими факторами, определяющими экстремальные условия.

Тема 1. Экстремальные условия и места обитания. Группы экстремофильных микроорганизмов

Физико-химические факторы, характеризующие условия среды обитания микроорганизмов. Кардинальные точки роста микроорганизмов. Область толерантности. Экстремальные условия и местообитания. Понятие «экстремофильные микроорганизмы». Биоразнообразие высокоспециализированных экстремофильных микроорганизмов, разделение на группы в соответствии с физико-химическими факторами, определяющими экстремальные условия. Экстремальные среды как модельные объекты для изучения экологических особенностей и основные факторы, определяющие использование экстремофильных микроорганизмов в биотехнологических процессах.

Тема 2. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при низких и высоких температурах. Биотехнологический процессы с использованием термофилов

Температурные условия в биосфере. Влияние температуры на микроорганизмы. Использование высоких температур для инактивации микроорганизмов. Использование низких температур для хранения микроорганизмов. Способность микроорганизмов выживать при экстремальных температурах. Способность микроорганизмов к росту при экстремальных температурах. Температурный диапазон. Кардинальные температурные точки. Группы микроорганизмов по отношению к температуре.

Психрофильные и психроактивные микроорганизмы. Места обитания облигатных психрофилов и психроактивных микроорганизмов. Кинетика роста при низких температурах. Разнообразие типов метаболизма у психрофильных микроорганизмов. Механизмы психрофилии.

Термофилы. Группы термофилов. Термотолерантные микроорганизмы. Факультативные и облигатные термофилы. Экстремальные термофилы и гипертермофилы. Систематическое разнообразие термофилов. Типы метаболизма. Распространение

термофилов в природе. Механизмы термофилии. Биотехнологические процессы с использованием термофилов.

Тема 3. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту пр5и экстремальных значениях pH

Кислотность сред обитания. Отношение микроорганизмов к кислотности среды. Облигатные и факультативные ацидофилы. Систематическое разнообразие ацидофилов. Места обитания. Облигатные и факультативные алкалофилы. Бактериология кислых сточных вод, образующихся в шахтах. Механизмы pH-гомеостаза, использование pH как фактора управления биотехнологических процессов.

Тема 4. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту в условиях повышенного давления

Барофильные и баротолерантные микроорганизмы. Места обитания барофилов. Механизмы воздействия высокого давления на живые клетки. Влияние высокого давления на скорость биохимических реакций, рост и гибель микроорганизмов. Механизмы барофилии. Устойчивость различных микроорганизмов к высокому давлению. Использование барофильных и баротолерантных микроорганизмов в разработке глубинных месторождений нефти и газа.

Тема 5. Существование микроорганизмов в условиях интенсивного облучения

Видимый свет и микроорганизмы. Фотосинтетически активная радиация для разных групп фототрофов. Влияние ультрафиолетового излучения на жизнедеятельность микроорганизмов. Чувствительность прокариот к UF-излучению. Мутагенный и летальный эффекты UF-излучения. Использование UF-излучения для дезинфекции воздуха помещений в биотехнологии.

Ионизирующие излучения: α-излучение, β-излучение, γ-излучение, рентгеновское излучение. Механизм действия ионизирующего облучения. Прямые и опосредованные повреждения ДНК. Различия микроорганизмов в радиационной чувствительности. Радиоустойчивые микроорганизмы.

Защитные механизмы клетки от неионизирующего и ионизирующего излучения и системы репарации ДНК.

Тема 6. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту в присутствии токсичных ионов и соединений

Влияние тяжелых металлов на метаболизм микроорганизмов. Механизмы устойчивости микроорганизмов к тяжелым металлам. Железоокисляющие бактерии. Механизм окисления Fe^{2+} Thiobacillus ferrooxidans. Использование микроорганизмов в биогидрометаллургии.

Способность микроорганизмов аккумулировать тяжелые металлы. Использование биосорбции для извлечения металлов из растворов. Взаимодействие микроорганизмов с ртутью. Способность микроорганизмов модифицировать ртуть и токсичные соединения ртути. Взаимодействие микроорганизмов с мышьяком и сурьмой. Воздействие микроорганизмов на долгоживущие радионуклиды. Использование микроорганизмов в биотехнологии очистки воды и почв от тяжелых металлов.

Тема 7. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при высоких концентрациях солей и растворенных веществ

Степень доступности воды для химических реакций и микроорганизмов. Показатель активности воды a_w. Оптимальные значения a_w для роста микроорганизмов. Осмофилы и галофилы. Галотолерантные микроорганизмы, морские бактерии, умеренные галофилы, экстремальные галофилы, галоалкалофилы. Механизмы осморегуляции. Матричный водный стресс. Ксерофильные микроорганизмы. Механизмы ксерофилии. Значение ксерофитов в биотехнологии.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 2. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при низких и высоких температурах. Биотехнологический процессы с использованием термофилов

Тема 3. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при экстремальных значениях pH

Тема 4. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту в условиях повышенного давления

Тема 5. Существование микроорганизмов в условиях интенсивного облучения

Тема 6. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту в присутствии токсичных ионов и соединений

Тема 7. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при высоких концентрациях солей и растворенных веществ

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 1. Изучение свойств термотолерантных бактерии родов *Bacillus, Lactobacillus, Thioalkalivibrio.*

Тема 2. Методы культивирования гипертермофильных бактерий-продуцентов при температуре выше 80 °C.

Тема 3. Методы культивирования групп алкалифильных микроорганизмов, способных к росту при оптимальном уровне pH 9,0 и выше.

Тема 4. Культивирование микроорганизмов *Paracoccus denitrificans* в условиях сверхускорения.

Тема 5. Методы культивирования продуцентов галофилов с оптимальным ростом при концентрации растворенных солей 50 г/л или выше.

Тема 6. Методы культивирования осмофильных [дрожжей с оптимальным ростом в среде с высокой концентрацией сахара.

Тема 7. Методы исследования радиорезистентных бактерий и грибов, устойчивых к высоким уровням ионизирующего УФ-излучения.

Тема 8. Характеристика групп микроорганизмов, способных к росту при высоких концентрациях солей и растворенных веществ.

Тема 9. Культивирование облигатных (истинных) психрофилов – микроорганизмов с оптимальной температурой развития + 15 °C.

Тема 10. Методы исследования умеренных и экстремальных галофилов.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов : учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов ; ответственный редактор А. И. Нетрусов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 267 с. —(Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2734-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт[сайт]. https://urait.ru/bcode/426136

2. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 315 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://www.urait.ru/bcode/432161

3. Емцев, В. Т. Микробиология : учебник для академического бакалавриата / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — 8-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06081-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://www.urait.ru/bcode/431970

4. Larson R., Eilers J., Kreuz K., Pecher W. T., DasSarma S., Dougill S. Recent desiccation-related ecosystem changes at Lake Abert, Oregon: a terminal alkaline salt lake // Western North American Naturalist. 2016. № 76(4). P. 389-404.

4.2. Дополнительная литература

1. Безбородов А.М. «Ферментативные процессы в биотехнологии». М.: Наука, 2008.- 335 с.
2. Грачева И.М., Бутова С.Н., Типисева И.А., Эль-Регистан Г.И. Теоретические основы биотехнологии. Биохимические основы синтеза биологически активных веществ. – М.: Элевар, 2003. – 554с.
3. Жизнь микробов в экстремальных условиях, Д. Кашнер, Д. Баросс, Р. Морита; Под ред. Д. Кашнера; М. 1981
4. Обзор иностранной прессы в Интернете: адрес статьи http://www.inopressa.ru/print/wsj/2004/11/16/12:16:47/bacteriya
5. Ю.А. Николаев, Внеклеточные факторы адаптации бактерий к неблагоприятным условиям среды / Журнал «Прикладная биохимия и микробиология», 2004, том 40, № 4, с. 387-397

4.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программы пакета Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
2. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - РОСПАТЕНТ;
3. https://lib.mospolytech.ru/ - учебно-методические материалы в электронном виде.

5. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория кафедрального фонда, оборудованная компьютерной техникой, мультимедийным проектором, для проведения лекционных и семинарских занятий. Аудитория для лекционных занятий № 5505 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, шкаф сушильно-стерилизационный Memmert, плитка электрическая лабораторная Rommelsbacher RK 501, термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, холодильник для хранения культур, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, автоматические пипетки, электрические насосы для пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5405а,б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, аналитические весы Sartorius ENTRIS 224-

1S, 220г/0,1Sartorius Group GmbH, спектрофотометр Shimadzu UV mini 1240, автоматизированная установка для разложения по Кьельдалю LOIP LK-100, лабораторная установка: хроматографические процессы разделения: тонкослойная хроматография (ТСХ) Phywe Systeme GmbH, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, дистиллятор GFL 2001/4, химическая мойка, тумба для хранения ЛВЖ, камеры хроматографические для тонкослойной хроматографии, химические реактивы, вытяжные шкафы, холодильник, лабораторная посуда для проведения лабораторно-практических занятий

Студенты на занятиях обеспечены индивидуальными автоматическими пипетками, хроматографическими пластинками, лабораторной посудой, реактивами.

Реализация образовательной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- работа на семинарах по получению знаний в области биотехнологий с использованием экстремофильных микроорганизмов при производстве полезных продуктов и при хранении термолабильных биоматериалов.
- работа по получению знаний в области биотехнологий использования ацидофилов и алкалифилов, галотолерантных форм и орм микроорганизмов, устойчивых к высоким концентрациям тяжелых металлов.

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным, лабораторным, семинарским (практическим) занятиям;
- подготовку к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным.

Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- обсуждение и защита докладов по дисциплине;
- устный опрос, собеседование.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают вопросы и задания для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы вопросов и заданий для проведения текущего контроля приведены далее.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3. Оценочные средства

1. Физико-химические факторы, характеризующие условия среды обитания микроорганизмов. Область толерантности. Кардинальные точки.
2. Понятие «экстремофильные микроорганизмы», «экстремальные условия».
3. Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов. Температурный диапазон. Кардинальные температурные точки. Группы микроорганизмов по отношению к температуре.
4. Психрофильные и психроактивные микроорганизмы. Кинетика роста при низких температурах. Механизмы психрофилии. Значение психрофильных микроорганизмов в биотехнологии.
5. Термофильные микроорганизмы. Группы термофилов. Систематическое разнообразие термофилов. Типы метаболизма.
6. Распространение термофилов в природе. Механизмы термофилии. Практическое использование термофилов в биотехнологии ферментных препаратов.
7. Механизмы термофилии. Практическое использование термофилов в биотехнологии биогаза.
8. Отношение микроорганизмов к кислотности среды. Облигатные и факультативные ацидофилы. Систематическое разнообразие ацидофилов. Использование в биотехнологии органических кислот.
9. Бактериология кислых сточных вод, образующихся в шахтах. Биогеотехнология сточных вод с использованием ацидофилов.
10. Облигатные и факультативные алкалофилы. Распространение в природе. Механизмы pH-гомеостаза. Биотехнология антибиотиков с использованием алкалофилов.
11. Барофильные и баротолерантные микроорганизмы. Механизмы воздействия высокого давления на микроорганизмы. Влияние высокого давления на скорость биохимических реакций, рост и гибель микроорганизмов. Перспективы использования барофилов в биотехнологических процессах.
12. Микробиология глубинных месторождений нефти и газа. Использование микроорганизмов барофилов в биогеотехнологических процессах нефти и газа.
13. Влияние видимого света на микроорганизмы. Фотосинтетически активная радиация для разных групп фототрофов. Фототрофы для биоэнергетики.
14. Влияние ультрафиолетового излучения на жизнедеятельность микроорганизмов. Чувствительность прокариот к UF-излучению. Мутагенный и летальный эффекты UF-излучения.
15. Использование UF-излучений в биотехнологических процессах для асептических целей.
16. Ионизирующие излучения. Различия микроорганизмов в радиационной чувствительности. Защитные механизмы микроорганизмов от неионизирующего и ионизирующего излучения и системы репарации ДНК. Радиорезистентные микроорганизмы.
17. Влияние тяжелых металлов на микроорганизмы. Токсические дозы ионов тяжелых металлов. Влияние тяжелых металлов на метаболизм микроорганизмов. Механизмы устойчивости микроорганизмов к тяжелым металлам.

18. Способность микроорганизмов аккумулировать тяжелые металлы. Использование экстремофильных микроорганизмов в биогидрометаллургии при очистке объектов от тяжелых металлов.
19. Использование биосорбции для извлечения металлов из растворов. Железоокисляющие бактерии. Механизм окисления двухвалентного железа Fe^{2+} *Thiobacillus ferrooxidans*. Использование тионовых и других бактерий в биогидрометаллургии.
20. Взаимодействие микроорганизмов с ртутью. Механизм устойчивости микроорганизмов к ионам ртути. Способность микроорганизмов модифицировать ртуть и токсичные соединения ртути.
21. Взаимодействие микроорганизмов с мышьяком и сурьмой. Использование микроорганизмов для извлечения соединений ртутию
22. Влияние водной активности на жизнедеятельность микроорганизмов. Оптимальные значения a_w для роста микроорганизмов. Осмофилы и галофилы.
23. Галотолерантные микроорганизмы, морские бактерии, умеренные галофилы, экстремальные галофилы, галоалкалифилы. Механизмы осморегуляции.
24. Матричный водный стресс. Механизм повреждения водным стрессом. Ксерофильные микроорганизмы в биотехнологиях.
25. Экстремальные условия как модельные объекты для их использования в экологической биотехнологии.
26. Характеристика грамположительных экстремофильные микроорганизмы, участвующие в выщелачивании благородных металлов из руды.
27. Галофильные бактерии используемые в качестве потенциального источника каротиноидов.
28. – Характеристика криптоэндолитов (организмов, которые живут в микроскопических пространствах). Перспективы использования в биотехнологии.
29.Характеристика гиперпьезофилов. Перспективы использования в биотехнологии.
30. Характеристика полиэкстремофилов: биотехнологический потенциал их ферментов (экстремозимов).

Тестовые задания к дисциплине

Вопрос 1. Среда обитания, характеризующаяся суровыми условиями окружающей среды, выходящими за пределы оптимального диапазона для развития людей или других живых организмов, называется:
А) Экстремальная среда
Б) Питательная среда
В) Окружающая среда
Г) Оптимальные условия.

Вопрос 2. К неблагоприятным условиям для микроорганизмов-экстремофилов относят:
А) высокую концентрацию соли
Б) избыток солнечного света
В) Недостаток ультрафиолета
Г) Высокая и низкая температура
Д) Высокое и низкое давление

Вопрос 3. В каких местах обитания скорее всего будут обнаружены экстремофильные микроорганизмы
А) Ледники
Б) Пески пустыни Гоби
В) Заболоченные почвы

Г) Потухшие вулканы
Д) Глубокие впадины Океана.

Вопрос 4. Чрезвычайно холодные среды для роста и развития продуцентов-экстремофилов с температурой:
А) среды с температурой окружающей среды ниже -5 ° С
Б) среды с температурой окружающей среды ниже -25 ° С
В) среды с температурой окружающей среды ниже 5 ° С
Г) среды с температурой окружающей среды ниже 15 ° С.

Вопрос 5. Чрезвычайно высокие значения для температуры культивирования экстремофилов:
А) выше 45 ° С
Б) выше 60 ° С
В) выше 121 ° С

Вопрос 6. Экстремальный уровень pH естественной среды обитания экстремифильных алкалофилов составляет:
А) pH ниже 5
Б) pH ниже 4
В) pH выше 8
Г) pH ниже 9

Вопрос 7. Среды с экстремальной ионной силой, это среды
А) Чрезвычайно холодные
Б) Гиперсолевые
В) Экстремально щелочные
Г) Экстремально кислые

Вопрос 8. Гиперсолевые среды для микроорганизмов-экстремофилов - это среды с концентрацией солей выше
А) 12%
Б) 10%
В) 5,5%
Г) 3,5%

Вопрос 9. К средам с экстремальным давлением можно отнести
А) глубоководные экосистемы на глубине 100 м
Б) водные среды обитания на глубинах от 2000 м
В) разряженные атмосферные слои
Г) все ответы верны

Вопрос 10. В биогидрометаллургии при добыче металлов из сульфидных руд используют культуры:
А) хемоорганогетеротрофов
Б) хемоорганоавтотрофов
В) фотоавтотрофов
Г) фотогетеротрофов
Д) хемилитотрофов.

Вопрос 11. Для разработки биотопливных элементов используют:
А) ацидофильные хемолитоавтотрофные микроорганизмы

Б) алкалифильные хемолитоавтотрофные микроорганизмы
В) ацидофильные хемоорганогетеротрофные микроорганизмы
Г) алкалифильные хемоорганогетеротрофные микроорганизмы
Д) ацидофильные фотоавтотрофные микроорганизмы

Вопрос 12. Для выделения продуцентов-экстремофилов, с целью выщелачивания металлов поиск проводят в ксерической среде:
А) с высоким содержанием сернистых газов
Б) с ограниченной активностью воды
В) с высокими дозами радиации
Г) с переменным давлением

Вопрос 13. Живые организмы, способные выживать и размножаться в экстремальных условиях в результате различных физиологических и молекулярных адаптаций
А) Термофилы
Б) Галофилы
В) Экстремофилы
Г) Гипертермофилы

Вопрос 14. Большую часть микроорганизмов-экстремофилов составляют
А) Бактерии
Б) Археи
В) Эукарии

Вопрос 15. К экстремофильным организмам относят представителей которые:
А) Способны развиваться только в экстремальных условиях
Б) Способны переносить экстремальные условия, но не способны в них развиваться
В) Способны переносить экстремальные условия, но не долго.

Вопрос 16. Укажите виды экстремофильных микроорганизмов, используемых в биогидрометаллургии при добыче металлов из сульфидных руд:
А) *Aspergillus niger*
Б) *Acidithiobacillus ferrooxidans*
В) *Acidithiobacillus thiooxidans*
Г) *Bacillus subtilis*
Д) *Leptospirillum ferroxidans*

Вопрос 17. Укажите грамположительные экстремофильные микроорганизмы, участвующие в выщелачивании благородных металлов из руды:
А) *Aspergillus niger*
Б) *Acidithiobacillus ferrooxidans*
В) *Acidithiobacillus thiooxidans*
Г) *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*
Д) *Leptospirillum ferroxidans*

Вопрос 18. Укажите грамположительные экстремофильные микроорганизмы, участвующие в выщелачивании благородных металлов из руды:
А) *Aspergillus niger*
Б) *Acidithiobacillus ferrooxidans*
В) *Acidithiobacillus thiooxidans*
Г) *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*
Д) *Leptospirillum ferroxidans*

Вопрос 19. Укажите экстремофильные микроорганизмы-археи, участвующие в выщелачивании благородных металлов из руды:
А) *Acidithiobacillus caldus*
Б) *Acidithiobacillus ferrooxidans*
В) *Leptospirillum ferriphilum*
Г) *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*
Д) *Leptospirillum ferroxidans*

Вопрос 20. Организмы, растущие при экстремально высоких температурах называют:
А) Термофилы
Б) Барофилы
В) Ацидофилы
Г) Галофилы
Д) Ацидофилы
Е) Гипертермофилы

Вопрос 21. Организмы, растущие при высоких давлениях называют:
А) Термофилы
Б) Барофилы
В) Ацидофилы
Г) Галофилы
Д) Ацидофилы
Е) Гипертермофилы

Вопрос 22. Строгие психорофилы не способны размножаться при температуре более
А) 15 ° С
Б) 5 ° С
В) 20 ° С

Вопрос 23. Почему низкая температура является экстремальной для живых организмов
А) Снижается скорость биохимических реакций
Б) Снижается подвижность клеток
В) Увеличивается вязкость водных сред
Г) Увеличивается проницаемость мембран

Вопрос 24. Какие метаболиты экстремофильных организмов наиболее ценны для промышленности.
А) Липиды
Б) Антибиотики
В) Ферменты
Г) Токсиканты

Вопрос 25. Для моющих веществ используют следующие термостабильные ферменты
А) Целлюлазы
Б) Амилазы
В) Протеазы
Г) Оксилоназы

Вопрос 26. Галофильные бактерии используют в качестве потенциального источника:
А) каротина
Б) поверхностно-активных веществ для фармацевтического применения

В) Протеазы
Г) Оксилоназы
Д) Нет верного ответа

Вопрос 27. Термостабильная глюкокиназа из каких термофильных видов
А) *Pseudomonas fluorensis*
Б) *Bacillus stereothermphiolus*
В) *Thermus aquaticus*

Вопрос 28. Ферменты алкалифильных экстремофилов возможно применять в промышленных процессах связанных:
А) С высоким содержанием сахаров
Б) С высоким содержанием спиртов
В) С высоким содержанием солей
Г) С высоким содержанием гидроксид-ионов

Вопрос 29. Способность существовать при экстремальных значениях температуры привела к изменению
А) Строения цитоплазматической мембраны
Б) Бесполого размножения и появлению спор
В) Синтезу белков теплового шока
Г) Продолжительности жизни одной колонии.

Вопрос 30. Устойчивость ДНК-молекул архей связано
А) С наличием связывающих белков полиаминов и высоким содержанием ГЦ-пар
Б) С наличием связывающих белков полиаминов и высоким содержанием АТ-пар

Ключ к тестовым заданиям по дисциплине

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответ	А	Б	А, Б, Д	В	Б, В	В, Г	Б	А, Б	А, Б
№ варианта	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ответ	Д	А	Б	В	Б	А	А, Б, Д	Г	Б, В
№ варианта	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Ответ	Д	Е	Б	А	А, В	В	А	А	Б, В
№ варианта	28	29	30						
Ответ	А, В, Г	А	А						