«УТВЕРЖДАЮ»
Декан биологического факультета МГУ

Академик М.П.Кирпичников
«___» _____ 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **«Физиология роста микроорганизмов»**

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы 03.02.03 - Микробиология.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (весенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре микробиологии)

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции ***(код компетенции)***	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**
УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	***Владеть:*** навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код **В1 (УК-1)** ***Владеть:*** навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

	Код **В2 (УК-1)**
УК-2 *Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.*	***Знать:*** методы научно-исследовательской деятельности Код **З1 (УК-2)**
УК-3: *Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач*	***Владеть:*** технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код **В2 (УК-3)**
УК-4: *Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке*	***Владеть:*** навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код **В1 (УК-4)** ***Знать:*** стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код **З2 (УК-4)**
ОПК-1 *Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий*	***Уметь:*** собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 56 академических часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часов занятий лекционного типа) и 32 часа составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: неорганическую и органическую химию, биохимию, основы молекулярной биологии, клеточной биологии и физиологии, общую микробиологию (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах физиологии роста микроорганизмов и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области промышленного получения разнообразных соединений с помощью микроорганизмов, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Всего (часы)**	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						**Самостоятельная работа обучающегося, часы** из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	**Всего**	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	**Всего**
РАЗДЕЛ I. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ в РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВОВАНИЯ	**10**	6					**6**		4	**4**
РАЗДЕЛ II. РОСТ и РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ВЫРАЩИВАНИЯ	**24**	10					**10**	10	4	**14**
РАЗДЕЛ III. РОСТ ПОПУЛЯЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ	**12**	4					**4**	8		**8**
РАЗДЕЛ IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РОСТА И РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ.	**10**	4					**4**	6		**6**
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	**56**	**24**					**24**	**24**	**8**	**32**

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.
Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М., Изд. Мир,1978, 331 с.

2. Паников Н.С. Кинетика роста микроорганизмов. М., Изд. «Наука»,1991, 310 с.

3. Исмаилов А.Д., Нетрусов А.И. «Кинетические основы культивирования микроорганизмов», М., МАКС Пресс, 2015, 244 с.

Дополнительная литература

1. Варфоломеев С.Д., Калюжный С.В. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов. 1990. М., Изд. Высшая школа, 296 с.

2. Виноградова А.В., Козлова Г.А. Культивирование микроорганизмов. Изд. Перм.нац.исслед.политех ун-та, 2012.

3. И.М.Грачева, Л.А. Иванова. Биотехнология биологически активных веществ. М. НПО "Элевар", 2006.

4. Печуркин Н.С., Брильков А.В., Марченкова Т.В.Популяционные аспекты биотехнологии. 1990, Изд. Новосибирск, Наука 169 с.

5.The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria. Third Edition Volume 1: Symbiotic Associations, Biotechnology, Applied Microbiology. M. Dworkin (Editor-in-Chief), S. Falkow, E. Rosenberg, K.-H. Schleifer, E.Stackebrandt (Editors), 2006, Springer.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)

Описание материально-технической базы.

Кафедра микробиологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): доцент кафедры микробиологии Семенова Е.В.

Приложение

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Биотехнология биологически активных веществ микроорганизмов» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	**КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС**					**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**
	1,	2	3	4	5	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*
Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*

том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	*- индивидуальное собеседование, реферат, зачет*

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Понятие о конструктивном и энергетическом метаболизме. Разнообразие типов метаболизма у прокариот.
2. Основные законы популяционной экологии и законы роста популяций микроорганизмов.
3. Влияние физико-химических факторов окружающей среды (температура, pH, концентрации веществ, освещенность др.) на рост и развитие микроорганизмов в природе. Культивирование микроорганизмов в лаборатории.
4. Методы учета микроорганизмов и их метаболической активности.
5. Рост и развитие популяции микроорганизмов при периодическом культивировании. Параметры роста популяции при периодическом культивировании.
6. Управляемое культивирование. Принципы хемостата и турбидостата. Многостадийное культивирование.
7. Кинетика образования продуктов метаболизма микроорганизмов при разных режимах выращивания.
8. Адаптация микробов к изменению условий внешней среды. Уровни адаптации. Диссоциация как способ расширения адаптивных возможностей микроорганизмов.
9. Понятие стресса у микроорганизмов. Виды стресса, стратегии адаптации к стрессу.
10. Смешанные культуры. Твердофазное культивирование.
11. Моделирования оптимальных условий для целевого выращивания микроорганизмов.

ПРОГРАММА
зачета по спецкурсу «Физиология микроорганизмов»

Поведение популяций микроорганизмов в зависимости от условий их жизни в природе и лаборатории – предмет дисциплины «физиология роста микроорганизмов». Основные общие закона популяционной динамики живых организмов. Понятие о конструктивном, энергетическом метаболизме и разнообразии типов метаболизма у прокариот. Метаболизм микроорганизмов и химический состав их клеток как факторы, определяющие распространения микроорганизмов в природе и способы культивирования микроорганизмов в лаборатории. Влияние физико-химических факторов окружающей среды (температура, pH, концентрации веществ, освещенность др.) на рост и развитие микроорганизмов в природе. Культивирование микроорганизмов в лаборатории. Необходимые условия, методы их обеспечения. Принципы приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов. Понятие чистой культуры микроорганизмов. Способы получения, поддержания и хранения чистых культур. Методы учета микроорганизмов и их метаболической активности. Традиционные методы количественного учета микроорганизмов: прямой подсчет клеток, определение биомассы или ее компонентов, высев на питательные среды, нефелометрия и др. Использование флуоресцентных красителей для детекции метаболической активности бактерий in situ. Возможности проточной и твердофазной цитометрии. Молекулярно-генетические и иммунохимические методы качественного и количественного учета групп микроорганизмов в природных сообществах.

Рост и развитие популяции микроорганизмов при периодическом культивировании.
«Рост» и «биомасса» - соотношение понятий. Параметры роста микроорганизмов и способы их расчета: удельная скорость роста - μ, «время генерации» - g, «субстратная константа или – константа насыщения» - K_s, «экономический коэффициент» - y, метаболитический коэффициент – q, коэффициент энергии поддержания -m. Уравнение Моно - зависимость μ от концентрации субстрата. Решение задач.

Рост и развитие популяции микроорганизмов при периодическом культивировании.
Классическая кривая роста. Характеристика каждой стадии роста.
Модификации кривых роста простой периодической культуры. Закономерности роста микроорганизмов на субстратах- ядах. Периодическая культура полного вытеснения, с возвратом биомассы, с возвратом среды, диализная культура и т.д.

Непрерывное культивирование.

Представление о непрерывном культивировании - хемостат и турбидостат. Принцип хемостата – физиологическая основа. Скорость роста и скорость разбавления. Стационарное состояние культуры в хемостате. Особенности поведения культуры в хемостате при использовании разных лимитирующих факторах. Энергия поддержания и способ ее расчета при хемостатном культивировании. Технологические варианты хемостатного культивирования: – батареи ферментеров, ферментеры с возвратом биомассы. Преимущества проточного культивирования и его практическое использование.

Образование продуктов микроорганизмами. Виды продуктов – эндо- и экзометаболиты. Влияние продуктов на рост культуры – ингибиторы, запасные вещества. Закономерности образования продуктов при периодическом и непрерывном культивировании. Отношение скорости роста к скорости образования продукта. Первичные и вторичные метаболиты. Масштабирование процессов культивирования. Решение задач массо- и теплообмена при масштабировании. Виды крупномасштабных культиваторов, области их применения. Адаптация микробов к изменению условий внешней среды. Уровни адаптации. Понятие стресса у микроорганизмов. Виды стресса, стратегии адаптации к стрессу. Специфические физиологические реакции микроорганизмов на отдельные виды стрессовых воздействий: тепловой и холодовой шок, осмотический, окислительный, голодание и др. Механизмы общего ответа на стресс. Выживание бактерий при длительном стрессе: переход в некультивируемое состояние, образование покоящихся форм.

Диссоциация как способ расширения адаптивных возможностей микроорганизма. Физиолого-биохимические различия диссоциантов. Влияние внешних факторов среды на жизнедеятельность диссоциантов бактерий. Изменение соотношения диссоциантов при развитии микробной популяции в природе, лаборатории и на биотехнологических производствах. Значение, способы регуляции.

Смешанные культуры.

Использование смешанных культур в биотехнологии – задачи и перспективы. Возможные типы взаимоотношений между разными видами микроорганизмов. Закономерности роста смешанной культуры в периодическом режиме. Возможные варианты роста смешанной культуры в режиме хемостата.

Биопленки – закономерности роста, распространение в природе и использование в биотехнологии. Закономерности роста колоний микроорганизмов на поверхности плотных сред. Твердофазное культивирование.

Оптимизация сред для получения биомассы *Pseudomonas aeruginosa* методом математического планирования. Факторный эксперимент.

Программу составила доцент каф. микробиологии Семенова Е.В.