

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям



О.Н.Здрок

« 20 » ноября 2020 г.

Регистрационный № УД-8704/уч.

Биологически активные метаболиты микроорганизмов

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 03 Микробиология

Специализация 1-31 01 03 01 Прикладная микробиология

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 03-2018, учебных планов УВО № G31-222/уч. и № G31з-225/уч., утвержденных 13.07.2018 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.В. Семашко, доцент кафедры микробиологии биологического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

З.М. Алещенкова, главный научный сотрудник лаборатории взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук;

Е.А. Николайчик, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой микробиологии
(протокол № 24 от 25 мая 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 17 июня 2020 г.)

Заведующий кафедрой
д.б.н., профессор



В. А. Прокулевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – усвоение обучающимися знаний о микроорганизмах-продуцентах биологически активных метаболитов, основных принципах и подходах, необходимых для их использования в промышленности, а также о получении метаболитов, их свойствах и применении.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) изучение микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов, особенностей их первичного и вторичного метаболизма;
- 2) изучение характеристик практически значимых биологически активных метаболитов, их биогенеза и применения.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Биологически активные метаболиты микроорганизмов» относится к дисциплинам специализации 1-31 01 03 01 Прикладная микробиология (компонент учреждения высшего образования).

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины «Биологически активные метаболиты микроорганизмов» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия», «Физиология микроорганизмов», «Культивирование микроорганизмов». Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Систематика микроорганизмов», «Медицинская и санитарная микробиология», «Антимикробные средства» и др.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Биологически активные метаболиты микроорганизмов» наряду с другими дисциплинами специализации 1-31 01 03 01 Прикладная микробиология должно обеспечить формирование следующей специализированной компетенции:

СК-11. Знать основные особенности жизнедеятельности фитопатогенных бактерий, микроорганизмов, используемых в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях деятельности человека; владеть принципами создания биопрепаратов для повышения продуктивности и защиты сельскохозяйственных растений.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- процесс развития микроорганизмов;

- кинетические параметры роста микроорганизмов, синтеза первичных и вторичных метаболитов;
- основные группы микробных биологически активных метаболитов;
- закономерности образования первичных и вторичных метаболитов микроорганизмов, их функциональную значимость, механизмы регуляции метаболических процессов;
- основы технологических процессов получения микробных биологически активных метаболитов;
- основные принципы функционирования биотехнологических производств биологически активных метаболитов микроорганизмов, основные особенности инновационных технологий;
- объекты патентования, требования к изобретению, и принципы продвижения продукции на рынке;
- аспекты применения микробных биологически активных метаболитов.

уметь:

- работать с культурами микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов;
- проводить контроль биотехнологических процессов получения биологически активных метаболитов;
- использовать полученные знания при определении стратегии биотехнологических производств биологически активных метаболитов.

владеть:

- навыками проведения научных исследований;
- представлениями об этапах биотехнологического производства отдельных биологически активных метаболитов;
- умениями в области лабораторного, пилотного и промышленного производств для создания новых биотехнологических продуктов;
- методическими подходами оценки микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов, эффективности технологий их производства и возможности патентования.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре (очная форма получения образования) и в 7-8 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Биологически активные метаболиты микроорганизмов» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 120 часов, в том числе 50 аудиторных часов, из них: лекции – 26 часов, лабораторные занятия – 20 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа;
- для заочной формы получения высшего образования – 120 часов, в том числе 14 аудиторных часов, из них лекции – 10 часов (7 семестр – 4 часа, 8 семестр – 6 часов), лабораторные занятия – 4 часа (8 семестр).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Процесс развития микроорганизмов, первичный и вторичный метаболизм. Основные закономерности образования вторичных метаболитов. Кинетические параметры процессов роста микроорганизмов и синтеза вторичных метаболитов. Функции вторичных метаболитов.

Определение биологически (физиологически) активных метаболитов микроорганизмов. Основные группы биологически активных микробных метаболитов.

Требования, предъявляемые к микроорганизму-продуценту.

Раздел 2. ОРГАНИЗАЦИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МЕТАБОЛИТОВ. ПАТЕНТОВАНИЕ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ

Общие принципы организации и совершенствования микробиологических производств биологически активных метаболитов. Обобщенная технологическая схема процесса микробного синтеза. Особенности ферментации при производстве продуктов метаболизма. Основная технологическая документация, используемая в производства биологически активных метаболитов микроорганизмов и ее разработка. Сертификация биотехнологической продукции и продвижение ее на рынке.

Патентование микроорганизмов и биологически активных метаболитов, синтезируемых ими. Обязательные требования к изобретению. Основные понятия в патентовании: новизна и неочевидность, полезность и пригодность. Методологические принципы патентного анализа в сфере биотехнологий. Направления изобретательской активности.

Раздел 3. АЛКАЛОИДЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

Характеристика алкалоидов. Эргоалкалоиды. Микроорганизмы - продуценты, основные этапы биосинтеза. Индольные пептидные алкалоиды, хинолиновые и бензодиазепиновые алкалоиды, пенитремы. Алкалоиды бактерий и актиномицетов. Фармакологическое действие алкалоидов. Перспективы получения и исследования алкалоидов.

Раздел 4. ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, СИНТЕЗИРУЕМЫЕ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Характеристика органических кислот и их практическое использование. Микроорганизмы – продуценты органических кислот. Основные этапы получения органических кислот микробиологическим синтезом.

Производство уксусной, молочной, лимонной, яблочной, глюконовой, итаконовой кислот. Практическое использование органических кислот.

Раздел 5. ВИТАМИНЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

Открытие витаминов и их классификация. Водорастворимые и жирорастворимые витамины. Функции витаминов.

Микроорганизмы - продуценты витаминов. Микробный синтез наиболее важных и производимых в промышленности витаминов. Получение витамина В12 с использованием различных продуцентов: пропионовокислых бактерий, псевдомонад, метаногенных бактерий. Производство рибофлавина. Биосинтез аскорбиновой кислоты и тиамина. Разработки способов получения витамина С. Применение витаминов.

Раздел 6. МИКРОБНЫЕ ПОЛИСАХАРИДЫ

Тема 6.1 Классификация, функции, основные характеристики полисахаридов

Классификация микробных полисахаридов, их функции. Внутриклеточные полисахариды: полисахариды цитоплазмы, мембранных структур и клеточной стенки. Внеклеточные полисахариды. Полисахариды высших и низших грибов. Бактериальные полисахариды.

Тема 6.2 Биотехнологии получения полисахаридов

Биосинтез полисахаридов микроорганизмами. Основные вопросы биотехнологии микробных полисахаридов. Пути использования микробных полисахаридов на практике.

Раздел 7. МИКРОБНЫЕ ЛИПИДЫ, БИОЭМУЛЬГАТОРЫ, БИОСУРФАКТАНТЫ, ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Тема 7.1 Липиды: основные характеристики, продуценты, технологии получения

Краткая характеристика липидов, классификация, функции. Выбор потенциальных продуцентов липидов. Влияние компонентов питательной среды и условий культивирования на биосинтез липидов дрожжами. Фракционный состав липидов дрожжей. Биосинтез липидов грибами. Характеристика грибных липидов.

Тема 7.2 Биосинтез микроорганизмами биоэмульгаторов, биосурфактантов, поверхностно-активных веществ

Микробные биоэмульгаторы и биосурфактанты. Биосинтез эмульсанов и липосана микроорганизмами. Применение липидов и биоэмульгаторов микроорганизмов. Классификация микробных поверхностно-активных веществ (ПАВ) и их свойства. Микроорганизмы – продуценты ПАВ, особенности их культивирования для максимального образования продукта. Применение микробных ПАВ.

Раздел 8. МИКРООРГАНИЗМЫ - ПРОДУЦЕНТЫ АМИНОКИСЛОТ

Общая характеристика аминокислот. Практическое применение. Используемые микроорганизмы-продуценты. Особенности микробиологического и ферментативного синтеза аминокислот. Регуляторные аспекты процесса биосинтеза основных групп аминокислот. Получение глутаминовой кислоты, аргинина, пролина, гистидина, фенилаланина, тирозина, триптофана, метионина, аспаргиновой кислоты, лизина, треонина. Производство аспартама.

Раздел 9. ФЕРМЕНТЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

Тема 9.1 Ферменты: биосинтез, свойства, применение

Ферменты, их классификация. Источники получения ферментов. Микробный синтез ферментов. Биосинтез и свойства наиболее широко используемых ферментов класса оксидоредуктаз и гидролаз. Применение микробных ферментов.

Тема 9.2 Технологии производства ферментных препаратов

Производство ферментных препаратов; основные технологические этапы. Принципиальная схема получения ферментных препаратов различной степени очистки. Номенклатура ферментных препаратов. Фирмы, производящие ферментные препараты. Организация производства ферментов.

Раздел 10. РЕГУЛЯЦИИ СИНТЕЗА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МЕТАБОЛИТОВ У МИКРООРГАНИЗМОВ

Общие представления о регуляции синтеза биологически активных метаболитов у микроорганизмов. Особенности секреции внеклеточных метаболитов. Участие ферментов в процессах получения биологически активных метаболитов. Уровни регуляции метаболизма микробных клеток. Основные механизмы регуляции синтеза ферментов у микроорганизмов: неспециализированные и специализированные регуляторы, конститутивный синтез, индуцированный синтез, метаболитная репрессия, регуляция синтеза по принципу обратной связи, регуляция синтеза ферментов уровнем активного фермента в среде (ауторегуляторный механизм).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	2						
2	Организация микробиологических производств биологически активных метаболитов. Патентование в области биотехнологии	2			4		2	Тестирование, устный опрос, защита рефератов
3	Алкалоиды микроорганизмов	2						
4	Органические кислоты, синтезируемые микроорганизмами	2			2			Устный опрос, защита рефератов
5	Витамины микроорганизмов	2			4			Устный опрос, защита рефератов
6	Микробные полисахариды							
6.1	Классификация, функции, основные характеристики полисахаридов	2			2			Устный опрос, защита рефератов
6.2	Биотехнологии получения полисахаридов	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Микробные липиды, биоэмульгаторы, биосурфактанты. поверхностно-активные вещества							
7.1	Липиды: основные характеристики, продуценты, технологии получения	2			2			Устный опрос, защита рефератов
7.2	Биосинтез микроорганизмами биоэмульгаторов, биосурфактантов, поверхностно-активных веществ	2						
8	Микроорганизмы-продуценты аминокислот	2						
9	Ферменты микроорганизмов							
9.1	Ферменты: биосинтез, свойства, применение	2			4			Устный опрос, защита рефератов.
9.2	Технологии производства ферментных препаратов	2			2			Устный опрос, защита рефератов.
10	Регуляции синтеза биологически активных метаболитов у микроорганизмов	2					2	Тестирование

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	2						Устный опрос
2	Организация микробиологических производств биологически активных метаболитов. Патентование в области биотехнологии	2			4			Устный опрос, защита рефератов
5	Витамины микроорганизмов	2						Устный опрос
9	Ферменты микроорганизмов	2						Устный опрос
10	Регуляции синтеза биологически активных метаболитов у микроорганизмов	2						Устный опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Аркадьева З.А.* Промышленная микробиология / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др. / Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Высш.шк., 1989. – 688 с.
2. *Безбородов А. М.* Микробиологический синтез / А.М. Безбородов, Г.И. Квеситадзе. // СПб.: Проспект Науки, 2011. – 144 с.
3. *Безбородов А. М.* Биотехнология продуктов микробного синтеза / А.М. Безбородов // М.: Агропромиздат, 1991. – 234 с.
4. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак // М.: Мир, 2002. – 589 с.
5. *Грачева И.М.* Биотехнология биологически активных веществ / И.М. Грачева, Л.А. Иванова // М.: Элевар, 2006. – 453 с.
6. *Луканин А.В.* Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин // М.: ИНФРА-М, 2016. – 304 с.
7. *Лысак В.В.* Физиология микроорганизмов / В.В. Лысак. Минск: Изд. центр БГУ, 2014.
8. *Нетрусов А.И.* Микробиология: теория и практика. В 2 ч. / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. М.: Издательство Юрайт, 2018.
9. *Нетрусов А.И.* Микробиология / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова // М.: «Академия», 2006. – 352 с.
10. *Нетрусов А. И.* Введение в биотехнологию : учебник для студентов высших учебных заведений / А.И. Нетрусов // М.: «Академия», 2014. – 281 с.
11. *Шмид Р.* Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р.Шмид // пер. с нем. А.А. Виноградовой ; под ред. Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. – БИНОМ. Лаборатория знаний; 2014. – 324 с.

Перечень дополнительной литературы

1. *Бирюков В.В.* Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – М.: Колос, 2004. – 296 с.
2. *Варфоломеев С.Д.* Химическая энзимология / С.Д. Варфоломеев. – М.: Издательский центр «Академия». 2005. – 474 с.
3. *Галынкин В.А.* Промышленная микология / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, И.В. Миндукшев, Н. А. Юрлова. – СПб., 2003. – 220 с.
4. *Грачева И.М.* Технология ферментных препаратов / И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. – М.: Элевар, 2000. – 512 с.
5. *Егоров Н.С.* Микробная биотехнология: становление и состояние / Н.С. Егоров // Вестник Московского Университета. Серия 16. Биология, 2012. № 1. – С.47–50.
6. *Елинов Н.П.* Некоторые микробные полисахариды и их практическое применение // Успехи микробиологии, 1982, № 17. С.158–190.

7. *Квеситадзе Г.И.* Введение в биотехнологию / Г.И. Квеситадзе, А.М. Безбородов. – М.: Наука, 2002. – 284 с.
8. *Лысак В.В.* Микробиология / В.В. Лысак. – Минск: БГУ, 2007. – 430 с.
9. *Михайлова Р.В.* Мацерирующие ферменты мицелиальных грибов в биотехнологии / Р.В. Михайлова. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 407 с.
10. *Решетилова Т.А.* Алкалоиды микроорганизмов // Успехи микробиологии, 1987, № 22. – С.133–171.
11. *Смирнов В.А.* Витамины и коферменты / В.А. Смирнов, Ю.Н. Климович. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 91 с.
12. *Шлегель Г.* История микробиологии / Г.Г. Шлегель. – М.: Едиториал УРСС, 2014. – 304 с.

Перечень используемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Оценка за устные ответы на лабораторных занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

Тесты оцениваются исходя из доли правильно выполненных заданий.

В случае пропуска лекции без уважительной причины студент должен подготовить реферат объемом не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы (не менее 3 источников). При оценивании реферата обращается внимание на содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Биологически активные метаболиты микроорганизмов» является экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по учебной дисциплине.

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на лабораторных занятиях – 20 %;
- выполнение теста № 1– 40 %;
- выполнение теста № 2– 40 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Весовой коэффициент текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная отметка – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Раздел 2. Организация микробиологических производств биологически активных метаболитов. Патентование в области биотехнологии (2 часа)

Определение биологически активных метаболитов микроорганизмов. 2. Основные группы биологически активных метаболитов. Характеристика микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов, гетерогенность штаммов-продуцентов, их стабилизация и длительное хранение. Особенности культивирования микроорганизмов с целью получения внутриклеточных и внеклеточных метаболитов. Основные этапы технологий производства биологически активных метаболитов микроорганизмов. Выделение и очистка продуктов.

Форма контроля – выполнение тестов.

Раздел 10. Регуляция синтеза биологически активных метаболитов у микроорганизмов (2 часа)

Регуляция метаболизма у микроорганизмов. Особенности секреции внеклеточных метаболитов. Участие ферментов в процессах получения биологически активных метаболитов.

Форма контроля – выполнение тестов.

Примерная тематика лабораторных занятий

Дневная форма получения высшего образования

Лабораторное занятие № 1. Способы получения посевного материала для производства биологически активных микробных метаболитов. Требования, предъявляемые к микроорганизму-продуценту (4 часа).

Лабораторное занятие № 2. Микробиологический контроль за биотехнологическими процессами получения биологически активных микроорганизмов (4 часа).

Лабораторное занятие № 3. Определение концентрации полисахаридов и активности ферментов при помощи калибровочных кривых (4 часа).

Лабораторное занятие № 4. Общий принцип определения концентрации различных биологически активных веществ и активности ферментов с использованием коэффициентов молярной экстинкции (4 часа).

Лабораторное занятие № 5. Биологически активные микробные метаболиты: характеристика, разработка технологий их получения с использованием микроорганизмов (4 часа).

Заочная форма получения высшего образования

Лабораторное занятие № 1. Способы получения посевного материала для производства биологически активных микробных метаболитов. (2 часа).

Лабораторное занятие № 2. Микробиологический контроль за биотехнологическими процессами получения биологически активных микроорганизмов (2 часа).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются следующие методы организации учебно-познавательной деятельности: а) словесный, наглядный, практический; б) поисковый, исследовательский; в) индуктивный, дедуктивный. Методы подразумевают освоение содержания образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей и реализацию индивидуальных и групповых студенческих проектов.

Для анализа степени осознанности восприятия учебного материала применяются следующие методы обучения: активный (диалогово-эвристический), интерактивный (работа в малых группах, обучающая игра (имитация), презентация, что предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебная программа, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

При подготовке индивидуальных либо групповых проектов, написании рефератов (в форме презентаций и докладов) студенты могут использовать источники из перечня основной и дополнительной литературы, а также самостоятельно выбранные информационные материалы. При подготовке к тестированию помимо источников из перечня основной и дополнительной литературы следует изучить мультимедийные презентации лекционного курса.

Темы реферативных работ

1. Применение иммобилизованных ферментных препаратов в биотехнологии.
2. Применение биологически активных метаболитов в сельском хозяйстве
3. Установки для поверхностного культивирования микроорганизмов.
4. Образование растворителей (биоэтанол, биобутанол).
5. Производство органических кислот
6. Антиоксиданты в косметической промышленности.
7. Биологические полимеры (поли-бета- гидроксикарбоксилаты). Применение биосурфактантов.
8. Использование полисахаридов в медицине.
9. Глицеролоксидазы: получение и практическое использование.
10. Основные механизмы регуляции синтеза ферментов у микроорганизмов.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Биологически активные метаболиты микроорганизмов: определение, основные группы метаболитов, продуценты биологически активных метаболитов.
2. Основные исторические этапы исследований биологически активных метаболитов. Вклад Л. Пастера в развитие биотехнологии микроорганизмов.
3. Процесс развития микроорганизмов, первичный и вторичный метаболизм. Функции вторичных метаболитов, особенности их синтеза. Особенности секреции внеклеточных метаболитов.
4. Функциональное значение первичных и вторичных метаболитов микроорганизмов. Уровни регуляции метаболизма микробных клеток.
5. Стратегия метаболизма микробной клетки. Ферменты в процессах получения биологически активных метаболитов, регуляция их активности.
6. Контроль процессов метаболизма клетки на уровне транскрипции.
7. Особенности посттранскрипционной регуляции. Регуляция процесса трансляции.
8. Посттрансляционная модификация белков.
9. Процесс развития микроорганизмов, характеристика фаз роста микробных культур в условиях периодического культивирования.
10. Патентование микроорганизмов и биологически активных метаболитов, синтезируемых ими. Обязательные требования к изобретению.
11. Основные понятия в патентовании: новизна и неочевидность, полезность и пригодность.
12. Изменение морфологии и состава клеток микроорганизмов в процессе роста культур. Кинетические параметры роста микроорганизмов и синтеза метаболитов.
13. Классификация процессов образования продуктов микробного синтеза в условиях периодического культивирования, характеристика процессов типа I, II и III.

14. Выбор биотехнологических объектов, требования к промышленным штаммам-продуцентам биологически активных метаболитов.
15. Характеристика групп микроорганизмов - основных объектов промышленного использования в качестве продуцентов биологически активных метаболитов.
16. Классификация процессов культивирования микроорганизмов. Способы культивирования микроорганизмов, используемые в промышленности.
17. Основные задачи хранения микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов. Методы длительного хранения микроорганизмов.
18. Основные этапы биотехнологического производства биологически активных метаболитов при культивировании штаммов-продуцентов.
19. Получение посевного материала для производства микробных биологически активных метаболитов.
20. Выращивание микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов в ферментере и контроль процесса культивирования.
21. Методы выделения внутриклеточных биологически активных метаболитов микроорганизмов.
22. Методы выделения внеклеточных биологически активных метаболитов микроорганизмов.
23. Контроль биотехнологических процессов, используемые методы, расчеты.
24. Общая характеристика аминокислот. Практическое применение. Особенности микробиологического и ферментативного синтеза аминокислот.
25. Получение глутаминовой кислоты, аргинина, пролина.
26. Особенности процессов производства гистидина, фенилаланина, тирозина, триптофана
27. Синтез метионина, аспаргиновой кислоты, лизина, треонина микроорганизмами. Основные этапы производства.
28. Характеристика органических кислот и их практическое использование. Микроорганизмы – продуценты органических кислот.
29. Основные этапы получения органических кислот микробиологическим синтезом. Производство лимонной кислоты.
30. Получение молочной и уксусной кислот, их практическое использование.
31. Биосинтез яблочной кислоты микроорганизмами.
32. Глюконовая и итаконовая кислоты: особенности биотехнологических процессов их получения.
33. Алкалоиды, распространение алкалоидов, биологическая роль. Классификация алкалоидов, физико-химические свойства, микробные алкалоиды.
34. Микроорганизмы – продуценты алкалоидов. Алкалоиды *Claviceps purpurea*, способы получения.
35. Перспективы получения алкалоидов биотехнологическим методом. Применение алкалоидов.
36. Открытие витаминов, их классификация. Микроорганизмы-продуценты витаминов.

37. Витамины группы В: получение и практическое использование.
38. Промышленное производство рибофлавина и витамина В12.
39. Получение аскорбиновой кислоты и ее применение.
40. Применение витаминов.
41. Биосинтез каротиноидов.
42. Получение эргостерина.
43. Микробные полисахариды: определение, классификации, функции. Особенности получения внутри- и внеклеточных полисахаридов.
44. Бактериальные и грибные полисахариды, получение и применение.
45. Общая методология выделения и очистки микробных полисахаридов.
46. Определение и функции микробных липидов, микроорганизмы - продуценты.
47. Биосинтез липидов микроорганизмами. Применение липидов.
48. Липиды дрожжей, методы их выделения.
49. Ферменты: номенклатура и классификация, источники ферментов. История исследования ферментов.
50. Принципы действия ферментов. Типы ферментативных реакций, активаторы и ингибиторы. Основные каталитические характеристики.
51. Производство ферментных препаратов, основные технологические этапы.
52. Биосинтез ферментов микроорганизмами. Основные механизмы регуляции образования ферментов у микроорганизмов.
53. Применение микробных ферментов. Использование ферментов в производстве биологически активных метаболитов.
54. Использование ферментов в медицине.
55. Классификация микробных поверхностно активных веществ, их свойства, микроорганизмы-продуценты.
56. Биосинтез поверхностно активных веществ.
57. Применение поверхностно активных веществ, синтезируемых микроорганизмами.
58. Микробные биоэмульгаторы, биосинтез, применение.
59. Биологические полимеры, продуценты, получение.
60. Применение биологических полимеров.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Систематика микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)
Санитарная и медицинская микробиология	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)
Антимикробные средства	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
