

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Факультет Биотехнологии

Кафедра Биотехнологии и стандартизации

Учебный год 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Наименование направления подготовки/специальности	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) (при наличии)	Промышленная биотехнология и биоинженерия
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736
Год начала подготовки	2022
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Б-190301-2022
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 11 апреля 2023 г. №6
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ врио ректора от 11 апреля 2023 г. № 85/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Количество зачетных единиц	3

ВЛАДИКАВКАЗ 2023

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Направление воспитательной работы (для дисциплин, формирующих универсальные компетенции в соответствии с Концепцией воспитательной работы)
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции			
1.	Представление результатов профессиональной деятельности	ОПК – 1.	ОПК-1.2. Знает основы математического описания, анализа и моделирования простых и сложных природных и техногенных систем;	<p>Знает: особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов, основные биообъекты и методы работы с ними; теоретические основы биотехнологических процессов, кинетику роста микроорганизмов и возможности управления процессами их развития при использовании различных методов и способов культивирования.</p> <p>Умеет: выбирать способы и методы культивирования и управления биотехнологическими производствами за счет внешних воздействий. Выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента;</p> <p>Владеет: методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; проведения и обработки биотехнологических экспериментов.</p>	
2.		ПК - 1 - способен провести типичный ферментационный	ПК-1.3. Знает основные способы управляемого	Знает: способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических	

		<p>процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>	<p>культивирование объектов биотехнологии, поддержания асептических условий.</p>	<p>условий; кинетику роста микроорганизмов; принципы моделирования и направленного синтеза продуктов метаболизма.</p> <p>Уметь: проводить типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в производственных условиях, подготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции.</p> <p>Владеет: методами проведения стандартных испытаний в соответствии с регламентом и навыками использования технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов 108 в том числе часов:	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекционные занятия	36	2
Лабораторные занятия	36	4
Самостоятельная работа	36	96
Форма промежуточной аттестации	зачет	

2.2. Трудоемкость дисциплины по темам:

№№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов					
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС	Лекции	Лабораторные занятия	СРС
	Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов	12	12	8	2	2	36
1.	1 Введение в курс теоретических основ биотехнологии.	2	2				4
2.	2 Культивирование микроорганизмов.	2	4	2			8
3.	3 Кинетика роста микроорганизмов.	2	2	2		2	8
4.	4 Способы периодического и непрерывного культивирования.	4	2	2	2		8
5.	5 Моделирование непрерывных процессов биосинтеза.	2	2	2			8
	Раздел 2. Основные метаболические процессы в микроорганизмах	14	14	16		2	38
6.	6 Биохимические закономерности микробного синтеза	4	2	2			8
7.	7 Координация микробного метаболизма	2	4	4			8
8.	8 Рост микроорганизмов на сахарах.	2	2	2			4
9.	9 Катаболизм углеводов.	2	2	2		2	8
10.	10 Энергетические	2	2	2			4

	процессы, протекающие в клетке.						
11.	Утилизация субстратов клетками как основа управления процессами биосинтеза.	2	2	4			6
	Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов.	10	10	12	2		22
12.	Направленный синтез продуктов микробного происхождения.	2	2	2	2		8
13.	Направленный синтез полисахаридов и липидов.	2	2	4			8
14.	Направленный синтез аминокислот.	2	2	2			6
15.	Направленный синтез антибиотиков	2	2	2			6
16.	Направленный синтез витаминов	2	2	2			4
	ИТОГО	36	36	36	4	4	96

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ

Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов

Лекции: Тема 1. Введение в курс теоретических основ биотехнологии. Цели и задачи курса. Микроорганизмы - специфический элемент биотехнологических систем. Закономерности роста и развития микроорганизмов.

Лабораторное занятие: Моделируемый объект - клеточная популяция

Задания для самостоятельной работы: Рост и развитие микроорганизмов.

Тема 2. Культивирование микроорганизмов. Кривая роста микроорганизмов в простых периодических условиях. Экспоненциальная модель роста микроорганизмов. Понятие удельной скорости роста, экономического коэффициента.

Лабораторное занятие: Основные компоненты питательной среды и их стехиометрические зависимости

Лабораторное занятие: Исследование влияния физико-химических факторов на ростовые процессы.

Задания для самостоятельной работы: Принципы составления питательных сред. Особенности ферментации при производстве продуктов метаболизма.

Тема 3. Кинетика роста микроорганизмов. Кинетические модели роста. Влияние концентрации субстрата, продуктов. Оптимизация производительности периодического реактора

Лабораторное занятие: Кинетические схемы и механизм ферментативной реакции

Задания для самостоятельной работы: Математическое описание кинетики роста микроорганизмов.

Тема 4. Способы периодического и непрерывного культивирования. Периодическое культивирование. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Хемостатное культивирование. Энергия поддержания.

Лабораторное занятие: Изучение кинетических закономерностей роста микроорганизмов.

Задания для самостоятельной работы: Оптимизация состава питательных сред.

Тема 5. Моделирование непрерывных процессов биосинтеза. Материальный баланс проточного ферментера. Механизм саморегулирования хемостата. Хемостат с возвратом биомассы. Процессы автоселекции в хемостате.

Задания для самостоятельной работы: Оптимизация изменения технологических процессов. Оптимизация производительности.

Раздел 2. Основные метаболические процессы в микроорганизмах

Тема 6. Биохимические закономерности микробного синтеза. Анаболические и катаболические процессы, их взаимосвязь в клетках. Классификация продуктов метаболизма. Регулирование ферментных процессов на уровне ферментов, на уровне генома. Аллостерические ферменты.

Лабораторное занятие: Определение содержания биомассы в культуральной жидкости.

Задания для самостоятельной работы: Модель Жакобо-Моно.

Тема 7. Координация микробного метаболизма. Потребности микроорганизмов в питательных и других веществах. Ингибирование и активация роста микроорганизмов. Механизмы регуляции микробного метаболизма.

Лабораторное занятие: Ингибирующие и лимитирующие факторы роста микроорганизмов

Лабораторное занятие: Определение содержания азота в культуральной жидкости и в питательных средах.

Задания для самостоятельной работы: Регуляция образования ферментов как конечных продуктов.

Тема 8. Рост микроорганизмов на сахарах. Доступность сахаров. Полисахариды. Гидролиз полисахаридов. Транспорт сахаров в клетку. Включение сахаров в анаболические и катаболические процессы

Лабораторное занятие: Определение содержания фосфора в культуральной жидкости и в питательных средах.

Задания для самостоятельной работы: Анаболизм углеводов.

Тема 9. Катаболизм углеводов. Гликолиз, его энергетическая сущность. Пентозофосфатный цикл. Кетодезоксифосфоглюконатный путь. Цикл трикарбоновых кислот.

Лабораторное занятие: Определение содержания углеводов в культуральной жидкости.

Задания для самостоятельной работы: Брожения, основанные на гликолизе. Регуляция образования ферментов как конечных продуктов.

Тема 10. Энергетические процессы, протекающие в клетке. Дыхательная цепь - образование АТФ. Образование ацетил-СоА. Эффект Пастера, роль фосфофруктокиназы. Сравнение энергетической эффективности различных путей ассимиляции сахаров

Задания для самостоятельной работы: Молекулярные основы превращения энергии в биологических системах. Окислительное фосфорилирование.

Тема 11. Утилизация субстратов клетками как основа управления процессами биосинтеза. Рост микроорганизмов на n-алканах. Рост микроорганизмов на кислородсодержащих углеводородах. Глиоксилатный шунт. Рост микроорганизмов на C₁ соединениях. Сериновый путь. Рибулозомонофосфатный цикл.

Лабораторное занятие: Исследование биохимических свойств амилаз микробного и растительного происхождения.

Задания для самостоятельной работы: Типы мембранных систем. Регуляция образования ферментов как конечных продуктов.

Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов

Тема 13. Направленный синтез продуктов микробного происхождения. Концепции создания микробиологических процессов. Спиртовое и молочнокислое брожение. Микробиологическое получение органических кислот, биосинтез уксусной кислоты.

Лабораторное занятие: Микробный синтез молочной кислоты

Задания для самостоятельной работы: Биосинтез уксусной, лимонной кислоты.

Тема 14. Направленный синтез полисахаридов и липидов. Биосинтез полисахаридов. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров. Липиды, их классификация. Биосинтез липидов.

Лабораторное занятие: Сравнительный анализ ассимиляции различных углеводов культурой дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Задания для самостоятельной работы: Биосинтез жирных кислот.

Тема 15. Направленный синтез аминокислот. Микробиологический синтез аминокислот и его регуляция. Синтез глутамата и глутамина. Аминокислоты аспарагинового ряда. Биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана.

Лабораторное занятие: Изучение влияния компонентов питательной среды на ростовые процессы культивирования гриба *Aspergillus niger*.

Задания для самостоятельной работы: Ферментативные процессы синтеза аминокислот и разделения их рацематов. Накопление аминокислот ауксотрофными и регуляторными мутантами.

Тема 16. Направленный синтез антибиотиков. Роль антибиотиков в метаболизме клеток. Биосинтез антибиотиков. Биосинтез пенициллинов, полусинтетических антибиотиков.

Лабораторное занятие: Микробный синтез молочной кислоты.

Задания для самостоятельной работы: Микробный синтез антибиотиков и их модификация.

Тема 17. Направленный синтез витаминов. Витамины их классификация и значение. Продуценты витаминов. Направленный синтез витамина В₁₂.

Задания для самостоятельной работы: Регуляция образования ферментов как конечных продуктов.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика : учебное пособие / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-2698-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99204>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Белокурова, Е. С. Биотехнология продуктов растительного происхождения : учебное пособие / Е. С. Белокурова, О. Б. Иванченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-3630-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118619>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бычкова, О. В. Сельскохозяйственная биотехнология : учебное пособие / О. В. Бычкова, Л. П. Хлебова. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2023. — 244 с. — ISBN 978-5-4377-0177-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/313907> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Гайнуллина, М. К. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / М. К. Гайнуллина, А. Н. Волостнова, О. А. Якимов. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2019. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129425> (дата обращения: 15.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Мезенова, О. Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов : учебник / О. Я. Мезенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1438-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13096> — Режим доступа: для авториз. пользователей.-
6. Мишанин, Ю. Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья : учебное пособие / Ю. Ф. Мишанин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 720 с. — ISBN 978-5-8114-5350-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139248> - — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Слюняев, В. П. Основы биотехнологии. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие / В. П. Слюняев, Е. А. Плошко. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 56 с. — ISBN 978-5-9239-0488-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45316> - — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8. Вирусология и биотехнология: учебник / Р. В. Белоусова, Е. И. Ярыгина, И. В. Третьякова [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-2266-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103898> - — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Миронов, П. В. Биотехнология пищевых и кормовых продуктов : учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова, В. В. Тарнопольская. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147484> - — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Решетник, Е. И. Биотехнология продуктов лечебного и профилактического питания : учебное пособие / Е. И. Решетник. — Благовещенск : ДальГАУ, 2016. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137733>- — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Office 2007 Standard
3. Moodle 3.8

4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Система автоматизации библиотек ИРБИС64; ООО «ЭйВиДи –систем» <http://support.open4u.ru>
2. Электронная библиотечная система ООО «КноРус медиа» www.book.ru
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань»; www.e.lanbook.ru

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель на 20 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя. Проектор EPSON Multi Media Projector EB-824H, ноутбук Asus K52D, проекционный экран Lumien. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Учебная лаборатория для проведения лабораторно-практических занятий. Специализированная мебель на 15 посадочных мест, лабораторное оборудование и приборы: прибор Кварц-24, рефрактометр ИРФ-454, анализатор молока Клевер-2, рН-метр рН 150 М, фотоэлектрокалориметр КФК-3, печь муфельная СНОЛ, микроскоп стереоскопический, микроскоп Биомед-2М, сушильный шкаф ШС-80, центрифуга ЦЛ «ОКА», весы аналитические, весы электронные CUW-420, термостат ТС-80, водяная баня, прибор для титрования, аквадистиллятор АДЭ-5; доска стационарная, рабочее место преподавателя. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети Интернет, обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Горского ГАУ, наличием необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>
<p>Читальные залы; электронно-информационный отдел библиотеки Горского ГАУ. Специализированная мебель; система комфортного кондиционирования с (подогревом) фактор – сплит-система GREE; книжный сканер ЭЛАР-ПланСкан АЗ-Ц; комплект компьютерной техники в сборе (10 единиц) с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечения доступа в электронно-информационную образовательную среду Горского ГАУ. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Перечень вопросов к зачету.

1. Аллостерические ферменты.
2. Аминокислоты аспарагинового ряда.
3. Анаболические и катаболические процессы их взаимосвязь в клетках.
4. Антибиотики их классификация и роль в метаболизме клеток.
5. Биосинтез антибиотиков.
6. Биосинтез липидов.
7. Биосинтез лизина.
8. Витамины их классификация и значение.
9. Витамин В₁₂, его структура и значение.
10. Влияние внешних условий на рост и развитие микроорганизмов.
11. Гликолиз, его энергетическая сущность.
12. Закономерности роста и развития микроорганизмов.
13. Зависимости удельной скорости роста от концентрации лимитирующего субстрата.
14. Зависимости удельной скорости роста от концентрации одного продукта метаболизма.
15. Затраты на поддержание жизни без размножения. Энергия поддержания.
16. Ингибирование и активация роста микроорганизмов.
17. Кетодезоксифосфоглюконатный путь.
18. Классификация продуктов метаболизма
19. Координация микробного метаболизма.
20. Кривая роста микроорганизмов в простых периодических условиях.
21. Культивирование микроорганизмов на газообразных углеводородах.
22. Культивирование микроорганизмов на кислородсодержащих соединениях.
23. Метаболический коэффициент, кинетика потребления субстратов.
24. Материальный баланс проточного ферментера.
25. Моделирование биотехнологических систем
26. Модель Жакобо-Моно.
27. Механизм саморегулирования хемостатной системы.
28. Микроорганизмы – специфический элемент биотехнологических систем
29. Микробный синтез аминокислот и его регуляция.
30. Микробные полисахариды: свойства и применение.
31. Направленный биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана.
32. Направленный синтез трикарбоновых кислот
33. Неполное окисление, направленный синтез уксусной кислоты.
34. Непрерывное культивирование микроорганизмов.
35. Оптимизация производительности периодического процесса.
36. Особенности микробиологических процессов.
37. Пассивный и активный транспорт.
38. Пентозофосфатный цикл.
39. Продуценты липидов.
40. Полусинтетические антибиотиков на основе 6-АПК.
41. Полисахариды. Доступность сахаров.
42. Продуценты антибиотиков.
43. Продуценты витамина В₁₂.
44. Получение и применение витамина В₁₂.
45. Понятие удельной скорости роста микроорганизмов и экономического коэффициента.
46. Потребности микроорганизмов в питательных и других веществах
47. Процесс полного вытеснения.
48. Процесс полного смешения.
49. Процессы автоселекции в хемостате.
50. Пути усвоения n-алканов микроорганизмами.
51. Регулирование ферментативных процессов на уровне ферментов, на уровне генома.
52. Регуляция переноса веществ через мембраны.
53. Рибулозомонофосфатный цикл.
54. Рост микроорганизмов на n-алканах.
55. Рост микроорганизмов на жидких углеводородах.

56. Рост микроорганизмов на метиловом спирте.
57. Рост микроорганизмов на этиловом спирте.
58. Синтез глутамата и глутамина.
59. Условия культивирования микроорганизмов и биосинтез полисахаридов.
60. Цикл трикарбоновых кислот.

6.2. Тестовые задания для диагностической работы.

1. Зависимость удельной скорости роста от концентрации продукта метаболизма описывается:
 - 1) уравнением Хиншельвуда
 - 2) уравнением Моно
 - 3) уравнением Мозера
2. Ферменты, катализирующие реакции переноса групп
 - 1) гидролазы
 - 2) оксиредуктазы
 - 3) трансферазы
3. Лимонная кислота образуется *A. niger*:
 - 1) в цикле трикарбоновых кислот
 - 2) в пентозофосфатном цикле
 - 3) в гликолизе
4. Процесс расщепления сложных веществ на простые и окисление химических веществ с выделением энергии, которая аннулируется в связях АТФ
 - 1) анаболизм
 - 2) катаболизм
 - 3) синергизм
5. Ключевые стадии биосинтеза триптофана заложены в:
 - 1) гликолизе
 - 2) цикле трикарбоновых кислот
 - 3) гексозомонофосфатном пути
6. Биосинтез пенициллина микроорганизмом *Penicillium chrysogenum* подвергается ретроингибированию со стороны:
 - 1) L - лизина
 - 2) L – глутаминовой кислоты
 - 3) шикимовой кислоты
7. Легче всего дрожжи потребляют парафины с длиной цепи:
 - 1) C₁₅-C₁₈
 - 2) C₂₁ и выше
 - 3) C₁₁-C₁₄
8. Парафины нефти можно использовать в микробном синтезе для получения:
 - 1) кормовых дрожжей
 - 2) молочной кислоты
 - 3) хлебопекарских дрожжей
9. Время, за которое в популяции одноклеточных организмов удваивается число клеток:
 - 1) время регенерации
 - 2) время генерации
 - 3) время адаптации
10. Образование этанола из пирувата при спиртовом брожении катализирует фермент
 - 1) алкогольдегидрогеназа
 - 2) фосфоглицераткиназа
 - 3) глицеральдегидфосфатдегидрогеназа
11. При какой фазе роста хемотропного культивирования микроорганизмов, следует начинать отбор культурной жидкости
 - 1) лог-фазе
 - 2) фазе отрицательного ускорения
 - 3) в стационарной фазе роста
12. Сырьем для производства уксуса является:
 - 1) этиловый спирт
 - 2) молочная кислота
 - 3) лимонная кислота

13. Коэффициент пропорциональности, характеризующий клеточный рост
 - 1) скорость потока
 - 2) удельная скорость роста
 - 3) константа насыщения
14. Кинетической моделью ферментативных процессов является:
 - 1) модель Михаэлиса-Ментен
 - 2) модель Жакобо - Моно
 - 3) модель Льюиса – Уитмена
15. Микробный полисахарид ксантан продуцируется микроорганизмами:
 - 1) *Bacillus subtilis*
 - 2) *Acetolacter acetii*
 - 3) *Xanthomonas campestris*
16. Процесс, характеризующийся единовременной загрузкой всех компонентов питательной среды и посевного материала в аппарат в начале процесса:
 - 1) непрерывный
 - 2) периодический
 - 3) полунепрерывный
17. В качестве микроорганизмов – продуцентов белка на этиловом спирте как единственном источнике углерода могут использоваться:
 - 1) актиномицеты *Actinomyces lavendulae*
 - 2) бактерии *Bacillus subtilis*
 - 3) дрожжи *Candida utilis*, *Hansenula anomala*
18. Режим культивирования, основанный на прямом контроле концентрации биомассы с помощью фотоэлемента
 - 1) оксигенный
 - 2) турбидостатный
 - 3) pH-статный
19. Уравнение Хиншельвуда описывает:
 - 1) зависимость удельной скорости роста от концентрации продукта
 - 2) зависимость удельной скорости роста от концентрации субстрата
 - 3) зависимость удельной скорости роста от концентрации растворенного кислорода
20. Уравнение Моно описывает зависимость удельной скорости роста от:
 - 1) концентрации растворенного кислорода
 - 2) концентрации субстрата
 - 3) концентрации продукта
21. Получение новых более эффективных аналогов пенициллина связано с изменением
 - 1) ядра антибиотика
 - 2) тиазолидинового кольца
 - 3) его боковой цепи
22. Последовательность реакций конденсации формальдегида, глицина и диоксида углерода в яблочную кислоту
 - 1) рибулозомонофосфатный цикл
 - 2) сериновый путь
 - 3) цикл Кребса
23. В процессе культивирования дрожжей *Cryptococcus terricolus* на различных субстратах образуются сложные липиды, к ним относятся:
 - 1) нейтральные жиры и воски
 - 2) фосфолипиды и гликолипиды
 - 3) производные липидов
24. Культивирование микроорганизмов с постоянным притоком питательного субстрата и оттоком того же количества субстрата с образовавшимися в процессе продуктами метаболизма:
 - 1) непрерывное
 - 2) полунепрерывное
 - 3) периодическое
25. Предшественником триптофана является:
 - 1) щавелево-уксусная кислота
 - 2) α - кетоглутаровая кислота
 - 3) анраниловая кислота.