

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юрьевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 30.09.2025 07:50:32

Уникальный программный ключ:

43ba42f5deae4116bbfcb9a08a79168031227a81add307cbee4149f3098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Агротехнологический факультет

ОПОП по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по освоению учебной дисциплины

Б1.О.36 Научные основы микробного синтеза

Направленность (профиль) «Пищевая биотехнология»

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра

продуктов питания и пищевой биотехнологии

Разработчик,
канд. ветеринар. наук, доцент

Н.В. Стрельчик

Омск 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Место учебной дисциплины в подготовке бакалавра	4
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	8
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	7
2.2. Содержание дисциплины по разделам	7
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося, условия получения дифференцированного зачёта	9
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	9
3.2. Условия получения дифференцированного зачёта по дисциплине	10
4. Лекционные занятия	10
5. Практические занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	12
6. Лабораторные занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	13
7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	14
8. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	21
8.1. Рекомендации по оформлению реферата	21
8.1.1. Шкала и критерии оценивания	22
8.2. Рекомендации по выполнению контрольной работы	22
8.3. Рекомендации по составлению глоссария	23
8.4. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	24
8.4.1. Шкала и критерии оценивания	24
9. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы	24
9.1. Вопросы для входного контроля	24
9.1.1. Шкала и критерии оценивания	27
9.2. Текущий контроль успеваемости	27
9.2.1. Шкала и критерии оценивания	30
10. Промежуточная (семестровая) аттестация обучающихся	31
10.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины	31
10.2. Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	31
10.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины	31
10.3.1. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины	31
10.3.2. Шкала и критерии оценивания	36
11. Учебно-информационные источники для изучения дисциплины	36
Приложение 1 Результаты проверки реферата	38

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

Уважаемые обучающиеся!

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

Цель дисциплины – дать представление о биотехнологическом производстве как о сложной системе, показать роль каждого её элемента, механизм функционирования и взаимодействия отдельных подсистем.

В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные достижения и перспективы микробной биотехнологии;
- принципы разделения микроорганизмов по типу питания;
- способы культивирования микроорганизмов;
- пути направленного регулирования обмена веществ;
- инженерные основы биотехнологии и аппаратное оформление процессов выращивания микроорганизмов с целью получения метаболитов;
- типовые схемы промышленных способов получения важнейших продуктов биотехнологии;

уметь:

- использовать знания о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования;
- влиять на направленность биосинтеза биологически активных веществ воздействием внешних факторов в целях совершенствования технологии производства пищевых продуктов.

владеть навыками:

- работы с чистыми культурами микроорганизмов, используемыми в биотехнологии;
- выделения чистых культур микроорганизмов, целевых продуктов метаболизма;
- определения биомассы микробной культуры и идентификации микроорганизмов по культуральным и морфологическим признакам.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
Общепрофессиональные компетенции					
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИД-2 _{ОПК-7} Умеет планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным	- организацию биотехнологических процессов; - инженерные основы биотехнологии и аппаратное оформление процессов выращивания микроорганизмов с целью получения метаболитов; - типовые схемы промышленных способов получения важнейших продуктов биотехнологии - биохимические закономерности микробного синтеза;	- использовать знания о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования; - использовать биохимические закономерности микробного синтеза для управления промышленными процессами;	- выделения чистых культур микроорганизмов, целевых продуктов метаболизма; - приемами подготовки клетки для энзиматических исследований; - определения биомассы микробной культуры и идентификации микроорганизмов по культуральным и морфологическим признакам; - владеть методами контроля за процессами ферментации и управления биореактором; - иметь навыки исследования продуктов метаболизма микроорганизмов;

		экспериментам			
		ИД-З _{ОПК-7} Владеет навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов	- этапы выполнения исследований, - принципы составления лабораторных отчетов;	- создавать план исследований и распределять задачи, - анализировать полученные в процессе лабораторной работы результаты;	- организации лабораторного исследования, - проверки и оценки результатов лабораторного исследования;

1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
				Характеристика сформированности компетенции				
				Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	
Критерии оценивания								
ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя	ИД-2 _{ОПК-7}	Полнота знаний	Знает организацию биотехнологических процессов, биохимические закономерности микробного синтеза;	Не знает организацию биотехнологических процессов, биохимические закономерности микробного синтеза;	Знаком с организацией биотехнологических процессов, биохимическими закономерностями микробного синтеза;	Свободно ориентируется в вопросах организации биотехнологических процессов, понимает биохимические закономерности микробного синтеза;	В совершенстве знает организацию биотехнологических процессов, биохимические закономерности микробного синтеза;	Контрольная работа Реферат Заключительное тестирование (по результатам освоения дисциплины); Лабораторные работы Глоссарий
		Наличие умений	Умеет использовать знания о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования, роста и развития при различных способах культивирования, биохимических закономерностях микробного синтеза;	Не умеет использовать знания о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования, биохимических закономерностях микробного синтеза для управления промышленными процессами;	Знает о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования, не использует биохимические закономерности микробного синтеза для управления промышленными процессами	Правильно применяет знания о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования, биохимических закономерностях микробного синтеза для управления промышленными процессами;	Анализирует ситуацию и свободно использует знания о потребности микроорганизмов в веществах, закономерностях роста и развития при различных способах культивирования, биохимических закономерностях микробного синтеза для управления промышленными процессами;	

математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы			синтеза для управления промышленными процессами;					
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками работы с микроорганизмами, используемыми в биотехнологических процессах, методами контроля биотехнологических процессов;	Не владеет навыками работы с микроорганизмами, используемыми в биотехнологических процессах, методами контроля биотехнологических процессов;	Владеет определенными навыками работы с микроорганизмами, используемыми в биотехнологических процессах, методами контроля биотехнологических процессов;	Владеет основными навыками работы с микроорганизмами, используемыми в биотехнологических процессах, методами контроля биотехнологических процессов;	Владеет навыками работы с микроорганизмами, используемыми в биотехнологических процессах, методами контроля биотехнологических процессов;	
	ИД-3опк-7	Полнота знаний	Знает этапы выполнения исследований, принципы составления лабораторных отчетов;	Не знает этапы выполнения исследований, принципы составления лабораторных отчетов;	Знаком с этапами выполнения исследований, принципами составления лабораторных отчетов;	Свободно ориентируется в этапах выполнения исследований, принципах составления лабораторных отчетов;	В совершенстве знает этапы выполнения исследований, принципы составления лабораторных отчетов	Контрольная работа Реферат Заключительное тестирование (по результатам освоения дисциплины); Лабораторные работы
		Наличие умений	Умеет создавать план исследований и распределять задачи, анализировать полученные в процессе лабораторной работы результаты	Не умеет создавать план исследований и распределять задачи, анализировать полученные в процессе лабораторной работы результаты	Испытывает трудности при создании плана исследований и распределении задач, при анализе полученных в процессе лабораторной работы результатов	Не испытывает затруднений при создании плана исследований и распределении задач, при анализе полученных в процессе лабораторной работы результатов	Уверенно создаёт план исследований и распределяет задачи, анализирует полученные в процессе лабораторной работы результаты	
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками организации лабораторного исследования, проверки и оценки результатов лабораторного исследования;	Не владеет навыками организации лабораторного исследования, проверки и оценки результатов лабораторного исследования	Владеет определенными навыками организации лабораторного исследования, проверки и оценки результатов лабораторного исследования	Владеет основными навыками организации лабораторного исследования, проверки и оценки результатов лабораторного исследования	Прекрасно владеет навыками организации лабораторного исследования, проверки и оценки результатов лабораторного исследования	

2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

2.1 Организационная структура, трудоемкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	в т.ч. по семестрам обучения	
	очная форма	заочная форма
	5 сем.	4 курс
1. Аудиторные занятия, всего	130	18
- Лекции	28	4
- Практические занятия (включая семинары)	28	4
- Лабораторные занятия	28	-
- Консультации	46	10
2. Внеаудиторная академическая работа студентов	50	158
2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:	20	40
Выполнение и сдача индивидуального задания в виде*		
- реферата	15	
- словаря терминов и определений (глоссария)	5	
- контрольной работы		40
2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы	10	82
2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям	10	8
2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп.2.1 – 2.2):	10	28
3. Получение зачёта с оценкой по итогам освоения дисциплины	+	4
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины:	Часы	180
	Зачетные единицы	5

2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела дисциплины. Укрупненные темы раздела		Трудоемкость раздела и ее распределение по видам учеб- ной работы, час.							формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на форми- рование которых ориенти- рован раздел	
		общая	Аудиторная работа				ВАРС				
			всего	лекции	занятия		консультации	всего			Фиксированные ви- ды
					практические (всех форм)	лабораторные					
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная форма обучения											
1	Научные основы микробиоло- гической технологии (био- технологии)	76	64	24	12	12	16	12	5	вопро- сы кон- троль- ной работы	ОПК- 7.2; ОПК- 7.3
	1.1 Введение										
	1.2 Микроорганизмы - специфиче- ский элемент биотехнологи- ческих систем										
	1.3 Сырьё для микробиологиче- ских процессов										
	1.4 Процесс биосинтеза и его реализация										
	1.5 Аппаратура для культивиро- вания микроорганизмов										
	1.6 Основы асептики процессов микробиологического синтеза										
	1.7 Пенообразование и пенога- шение в процессах фермента- ции										
	1.8 Массо- и теплообмен в про- цессах биосинтеза										
	1.9 Процессы получения препа- ративных форм продуктов био-										

	синтеза										
2	Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов клетки	40	26	4	10	2	10	14	5	вопросы контрольной работы	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	2.1 Технология биосинтеза аминокислот										
	2.2 Получение липидов с помощью микроорганизмов										
	2.3 Получение витаминов и их применение										
	2.4 Получение ферментных препаратов и их применение в пищевой промышленности.										
	2.5 Получение полисахаридов с помощью микроорганизмов										
	2.6 Получение антибиотиков										
	2.7 Получение каротиноидов										
	2.8 Получение гиббереллинов и алкалоидов										
	2.9 Микробиологический синтез нуклеотидов										
3	Использование брожений и других процессов метаболизма	40	28	-	4	14	10	12	5	вопросы контрольной работы	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	3.1 Спиртовое брожение										
	3.2 Молочнокислое брожение										
	3.3 Пропионовокислое брожение										
	3.4 Получение уксуса и другие аспекты использования уксуснокислых бактерий										
	3.5 Получение пищевых кислот с помощью микроорганизмов										
	3.6 Микробиологическая трансформация органических соединений										
4	Производства, основанные на получении микробной биомассы	24	12	-	2	-	10	12	5	реферат, вопросы теста	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	4.1 Получение биомассы микроорганизмов в качестве источника белка										
	4.2 Производство хлебопекарных дрожжей и их экспертиза										
	4.3 Производство вакцин, бактериофагов и препаратов, нормализующих микрофлору кишечника										
	Промежуточная аттестация		×	×	×	×		×	×	зачет	
Итого по дисциплине		180	130	28	28	28	46	50	20		
Заочная форма обучения											
1	Научные основы микробиологической технологии (биотехнологии)	59	9	4	2	-	3	50	10	Вопросы контрольной, теста	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	1.1 Введение										
	1.2 Микроорганизмы - специфический элемент биотехнологических систем										
	1.3 Сырьё для микробиологических процессов										
	1.4 Процесс биосинтеза и его реализация										
	1.5 Аппаратура для культивирования микроорганизмов										
	1.6 Основы асептики процессов микробиологического синтеза										
	1.7 Пенообразование и пеногашение в процессах ферментации										
	1.8 Массо- и теплообмен в процессах биосинтеза										
	1.9 Процессы получения препара-										

	ративных форм продуктов биосинтеза										
2	Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов клетки	44	4	-	1	-	3	40	10	Вопросы контрольной, теста	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	2.1 Технология биосинтеза аминокислот										
	2.2 Получение липидов с помощью микроорганизмов										
	2.3 Получение витаминов и их применение										
	2.4 Получение ферментных препаратов и их применение в пищевой промышленности.										
	2.5 Получение полисахаридов с помощью микроорганизмов										
	2.6 Получение антибиотиков										
	2.7 Получение каротиноидов										
	2.8 Получение гиббереллинов и алкалоидов										
	2.9 Микробиологический синтез нуклеотидов										
3	Использование брожений и других процессов метаболизма	41	3	-	-	-	3	38	10	Вопросы контрольной, теста	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	3.1 Спиртовое брожение										
	3.2 Молочнокислое брожение										
	3.3 Пропионовокислое брожение										
	3.4 Получение уксуса и другие аспекты использования уксуснокислых бактерий										
	3.5 Получение пищевых кислот с помощью микроорганизмов										
	3.6 Микробиологическая трансформация органических соединений										
4	Производства, основанные на получении микробной биомассы	32	2	-	1	-	1	30	10	Вопросы контрольной, теста	ОПК-7.2; ОПК-7.3
	4.1 Получение биомассы микроорганизмов в качестве источника белка										
	4.2 Производство хлебопекарных дрожжей и их экспертиза										
	4.3 Производство вакцин, бактериофагов и препаратов, нормализующих микрофлору кишечника										
Промежуточная аттестация		4	×	×	×	×		×	×	зачёт	
Итого по дисциплине		180	18	4	4		10	158	40		

3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По четырём разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи студентам при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ. По итогам изучения дисциплины осуществляется аттестация студента в форме дифференцированного зачёта.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования;

- обязательное посещение студентом всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к лабораторным и практическим занятиям, активная работа на них;

- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа студента в соответствии с планом-графиком; своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных студентом занятий, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения курса, студенту предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы и комплекта видеофильмов по всем разделам (см. п.11)..

3.2 Условия получения дифференцированного зачёта

Дифференцированный зачет выставляется обучающемуся согласно Положению о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ», выполнившему в полном объеме все перечисленные в п. 2-3. требования к учебной работе, прошедшему все виды контроля с положительной оценкой.

В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, студенту могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу

4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Лекционный курс.

раздела	№ лекции	Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
			Очная форма	Заочная форма	
1	1	Тема: <i>Введение</i>	2	-	
		1) История промышленной микробиологии			
		2) Биотехнологическое производство как сложная система. Роль каждого её элемента			
1	2, 3	Тема: <i>Микроорганизмы - специфический элемент биотехнологических систем</i>	4	2	Лекция - дискуссия
		1) Подбор объектов			
		2) Строение микробной клетки и функции её субструктур			
		3) Ферменты микроорганизмов			
		4) Продуценты и их селекция			
		5) Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов			
1	4	Тема: <i>Сырьё для микробиологических процессов</i>	2	0,5	
		1) Особенности сырья и требования к нему			
		2) Источники углерода			
		3) Источники органического азота			
1	5, 6, 7	Тема: <i>Процесс биосинтеза и его реализация</i>	6	1	
		1) Классификация процессов биосинтеза			
		2) Обобщённая технологическая схема процесса микробного синтеза			
		3) Реализация процессов ферментации			
		4) Особенности ферментации при получении микробной биомассы			
		5) Особенности ферментации при производстве продуктов метаболизма			
		6) Управляемые процессы ферментации			
		7) Непрерывные процессы ферментации			
1	8	Тема: <i>Аппаратура для культивирования микроорганизмов</i>	2	0,5	
		1) Установки для поверхностного культивирования микроорганизмов			
		2) Аппараты с вводом энергии только газовой фазой			
		3) Аппараты с подводом энергии только жидкой фазой			
		4) Аппараты с комбинированным подводом энергии			
1	9	Тема: <i>Основы асептики процессов микробиологического синтеза</i>	2	-	

		1) Основные методы обеспечения асептических условий			
		2) Стерилизующая фильтрация			
		3) Термическая стерилизация			
		4) Стерилизация оборудования и коммуникаций			
		5) Стерилизация жидкостей и воздуха			
1	10	Тема: <i>Пенообразование и пеногашение в процессах ферментации</i>	2	-	
		1) Характеристика пен			
		2) Методы и устройства для пеногашения			
1	11	Тема: <i>Массо- и теплообмен в процессах биосинтеза</i>	2	-	
		1) Потребность микроорганизмов в кислороде			
		2) Массопередача кислорода и диоксида углерода в процессах ферментации			
		3) Массопередача между культуральной жидкостью и биомассой микроорганизмов			
		4) Влияние неидеальности перемешивания культуральной жидкости на массопередачу			
		5) Влияние реологических свойств культуральных жидкостей на процессы тепло- и массообмена			
		6) Теплообмен в процессах биосинтеза			
1	12	Тема: <i>Процессы получения препаративных форм продуктов биосинтеза</i>	2	-	
		1) Получение концентратов			
		2) Получение сухих препаратов из культур, выращенных твёрдофазным способом.			
		3) Получение очищенных препаратов			
2	13	Тема: <i>Технология биосинтеза аминокислот</i>	2	-	
		1) Значение аминокислот и сферы их применения.			
		2) Способы получения аминокислот.			
		3) Преимущества получения аминокислот микробиологическим синтезом. Продуценты аминокислот.			
		4) Одно- и двухступенчатый способы промышленного получения лизина.			
		5) Получение глутаминовой кислоты, триптофана.			
2	14	Тема: <i>Получение липидов с помощью микроорганизмов</i>	1	-	
		1) Состав и содержание липидов у микроорганизмов			
		2) Микроорганизмы-продуценты липидов и жирных кислот.			
		3) Биосинтез липидов микроорганизмами			
2	14	Тема: <i>Получение витаминов и их применение</i>	1	-	
		1) Витамины, получаемые с помощью микробного синтеза.			
		2) Витамин В ₁₂ , химическое строение, продуценты. Функции витамина В ₁₂ в организме человека.			
		3) Рибофлавин (В ₂) – сфера применения, продуценты, роль азота в синтезе витамина.			
		4) Витамин D. Эргостерин – предшественник витамина D. Продуценты и условия синтеза эргостерина.			
		5) Технология получения аскорбиновой кислоты. Роль уксуснокислых бактерий в образовании L-сорбозы.			
Общая трудоёмкость лекционного курса			28	4	x
Всего лекций по учебной дисциплине:		час	Из них в интерактивной форме:		час
- очная форма обучения		28	- очная форма обучения		4
-заочная форма обучения		4	-заочная форма обучения		2
Примечания:					
- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6.					
- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2					

5. Практические занятия по дисциплине и подготовка к ним

Практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 4.

Таблица 4 - Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины

Номер		Тема занятия/ Примерные вопросы на обсуждение (для занятий в формате семинарских)	Трудоёмкость по разделу, час.		Используемые интерактивные формы	Связь занятия с ВАРС*
раздела (модуля)	занятия		очная форма	заочная фор- ма		
1	2	3	4	5	6	7
1, 2	1	Тема: Клеточные стенки микроорганизмов	2	1	Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Поверхностные структуры клеточной стенки				
		2) Строение и химический состав клеточных стенок прокариотов				
		3) Клеточные стенки эукариотов				
1, 2	2	Тема: Мембраны микробных клеток	2	1	Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Общие представления о химическом составе и строении мембран				
		2) Структурные и функциональные особенности мембран прокариотов и эукариотов				
1, 4	3	Тема: Белки микроорганизмов	2	1	Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Содержание белков в микробных клетках				
		2) Физико-химические свойства белков				
1, 2	4	Тема: Нуклеиновые кислоты	2	1	Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Функции нуклеиновых кислот в микробных клетках				
		2) Изменение количества нуклеиновых кислот в микробных клетках				
		3) Хроматин				
		4) Рибонуклеиновые кислоты				
		5) Внехромосомные ДНК				
		6) Получение мутантов для сверхсинтеза полезных метаболитов				
		7) Связь между структурой ДНК и систематикой микроорганизмов				
2, 3	5	Тема: Углеводы микробных клеток	2		Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Основные представления о структуре				
		2) Биосинтез полисахаридов				
2, 3	6	Тема: Липиды микроорганизмов	2		Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Влияние условий культивирования на синтез липидов				
		2) Липидный состав микроорганизмов				
1, 2	7	Тема: Полифосфаты	2		Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Структура и классификация				
		2) Метаболизм				
1	8	Тема: Минеральные вещества и вода	2		Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	УЗ CPC
		1) Минеральные вещества и их функциональная роль в обмене веществ микроорганизмов				
		2) Вода в клетках микроорганизмов				
1,3	9	Биотехнология органических кислот	2			УЗ CPC
1,2	10	Получение аминокислот	2			УЗ CPC
1,2	11, 12	Тема: Технология ферментных препаратов	4			
1	13,	Тема: Подготовка клеток для энзиматических	4			УЗ

	14	исследований				СРС
Всего практических занятий по учебной дисциплине:				Из них в интерактивной форме:		час
- очная форма обучения			28 час	- очная форма обучения		18
-заочная форма обучения			4 час	-заочная форма обучения		-
В том числе в формате семинарских занятий:						
- очная форма обучения						
- заочная форма обучения						
* Условные обозначения: ОСП - предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; УЗ СРС - на занятии выдаётся задание на конкретную ВАРС; ПР СРС - занятие содержательно базируется на результатах выполнения студентами конкретной ВАРС; ...						
Примечания:						
- материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6						
- обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2						

6. Лабораторные занятия по дисциплине и подготовка к ним

Лабораторные занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 5.

Таблица 5 - Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

Номер			Тема лабораторной работы	Трудоемкость ЛР, час.		Связь с ВАРС		Используемые интерактивные формы
раздела *	лабораторного занятия	лабораторной работы (ЛР)		очная форма	заочная форма	Предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчёта о ЛР во внеаудиторное время +/-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	1	Спиртовое брожение	2		+		
	2,3	2	Маслянокислое брожение	4		+		
	4,5	3	Уксуснокислое брожение	4		+		
	6,7	4	Молочнокислое брожение	4		+		
1	8,9	5	Изучение культур микроорганизмов–продуцентов биологически активных веществ, используемых в пищевой биотехнологии.	4				
1	10	6	Выявление клеточных структур микроорганизмов	2				
1	11	7	Обнаружение в микроорганизмах внутриклеточных включений	2				
1	12	8	Выявление эндоспор микроорганизмов	2				
1	13	9	Методы количественного учета микроорганизмов	2		+		
2	14	10	Образование антибиотиков микроорганизмами	2				
Итого ЛР		10	Общая трудоёмкость ЛР	28		x		
Примечания:								
- материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6								
- обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложение 1 и 2								

Подготовка студентов к лабораторным занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На лабораторных занятиях осуществляется текущий аудиторный контроль в виде краткого опроса по основным понятиям предстоящей лабораторной работы, контроля правильности выполнения задания и оформления полученных результатов и выводов.

Подготовка к лабораторным занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия. Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо используя методические указания по изучению дисциплины «Научные основы микробного синтеза», выполнить задания и в тетради для лабораторных работ письменно ответить на вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки. Конспект ответов является основанием для выполнения лабораторной работы.

Каждый студент ведет тетрадь лабораторных работ, являющуюся документом, позволяющим контролировать правильность полученных данных. Записи проводятся в определенной последовательности и должны содержать следующее: 1) номер и название работы, дату постановки и окончания опыта; 2) объект исследования; 3) условия проведения опыта, включая методы анализов; 4) полученные результаты и выводы из них.

7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Раздел 1. Научные основы микробиологической технологии (биотехнологии)

Краткое содержание

Важнейшей особенностью биотехнологического процесса является то, что реакции образования или разрушения различных продуктов осуществляются с помощью живых микроорганизмов. Микроорганизмы - специфический элемент биотехнологических систем. Они потребляют из окружающей среды вещества, растут, размножаются, выделяют жидкие и газообразные продукты метаболизма. Тем самым реализуются те изменения в системе (накопление биомассы или продуктов метаболизма, потребление загрязняющих веществ), ради которых проводят процесс культивирования. Поэтому культуру микроорганизмов можно рассматривать как центральный элемент биотехнологической системы, определяющий эффективность её функционирования. Остальные элементы системы культивирования (ферментатор, питательная среда, система контроля и управления и др.) подбирают или конструируют так, чтобы в максимальной степени обеспечить потребности применяемой культуры и стимулировать их функционирование в желаемом направлении.

При изучении темы «Микроорганизмы - специфический элемент биотехнологических систем» рассмотрите механизмы регуляции, с помощью которых осуществляется координация микробного метаболизма. Обратите внимание на закономерности роста и развития микроорганизмов, их потребности в питательных и других веществах, а также влияние внешних условий на рост и развитие микроорганизмов.

Далее рассмотрите требования к сырью для микробиологических процессов, основные виды сырья, используемые в биотехнологии.

Подробно изучите классификацию процессов биосинтеза. Составьте таблицу по данной теме. В таблице укажите три основных класса процессов, охарактеризуйте их, составьте обобщенную технологическую схему процесса микробного синтеза. Определите, в чём состоят различия хемостатного и турбидостатного режимов культивирования.

Затем, рассмотрите оборудование для реализации биотехнологических процессов. Для различных процессов существует огромное разнообразие аппаратуры: собственно для процесса ферментации, а также для выделения и получения готового продукта. Наиболее сложна и специфична аппаратура для ферментационной стадии. Технически наиболее сложным процессом ферментации является аэробный глубокий стерильный и непрерывный (или с подпиткой субстратом). Аппараты для поверхностной и анаэробной ферментации менее сложны и энергоёмки. Многочисленность методов культивирования, чрезвычайно многообразие используемых биологических агентов привели к огромному разнообразию конструктивных решений, которые зависят от ряда факторов: типа продукта и среды, технологии и масштабов производства, а также целевого продукта и пр.

Аппараты для анаэробных процессов достаточно просты и применяются в процессах конверсии растительного сырья, в том числе растительных отходов, а также различных промышленных отходов. При метановом брожении для получения биогаза, а также в ряде других процессов (получение ацетона, шампанских вин) используют ферментационные аппараты (метанотенки). Эти аппараты имеют различную конструкцию (от простой выгребной ямы до сложных металлических конструкций или железобетонных сооружений) и объёмы (от нескольких до сотен кубометров). Метановые установки оборудованы системой подачи сырья, системой теплообменных труб для стабилизации температуры, несложным перемешивающим устройством для гомогенного распределения сырья и биомас-

сы продуцента, газовым колпаком и устройством переменного объема (газгольдер) для сбора образующего биогаза.

Конструкция аппаратов для аэробной ферментации определяется типом ферментации и сырья. Аппараты для аэробной поверхностной ферментации, широко применяемые для производства органических кислот и ферментов, достаточно просты по конструкции и, соответственно, подразделяются на жидкофазные и твердофазные. Поверхностная жидкофазная ферментация протекает в так называемых бродильных вентилируемых камерах, в которых на стеллажах размещены плоские металлические кюветы. В кюветы наливают жидкую питательную среду, высота слоя составляет 80–150 мм, затем с потоком подаваемого воздуха среду инокулируют спорами продуцента. В камере стабилизируется влажность, температура и скорость подачи воздуха. После завершения процесса культуральная жидкость сливается из кювет через вмонтированные в днища штуцера и поступает на обработку. При твердофазной ферментации процесс также протекает в вентилируемых камерах, но вместо кювет на стеллажах размещают лотки, в которые насыпают сыпучую твердую среду слоем 10–15 мм. Для лучшей аэрации среды подаваемый в камеру воздух проходит через перфорированное днище лотков.

Аппараты для аэробной глубинной ферментации наиболее сложны как конструктивно, так и с точки зрения их эксплуатации. Главная задача, возникающая при их конструировании, – обеспечение высокой интенсивности массо- и энергообмена клеток со средой. Массообмен определяется транспортом (переносом) кислорода и других биогенных элементов из среды в микробную клетку и отводом из нее продуктов обмена. Главным показателем массообменных характеристик ферментера служит коэффициент массопередачи кислорода, так как кислород является основным лимитирующим фактором аэробных ферментационных процессов. Расход кислорода на образование 1 кг биомассы в зависимости от типа углеродсодержащего сырья и степени его восстановленности может составлять от 0.75 до 5.00 кг. Клетки способны утилизировать кислород только в растворенном виде, поэтому необходимо постоянно поддерживать его концентрацию в культуре на уровне, оптимальном для конкретного продуцента. При этом скорость поступления кислорода к клеткам должна превышать скорость его включения в клетки, и в околоклеточном пространстве не должно возникать так называемых концентрационных ям. Кроме этого, концентрация клеток и растворенного субстрата должны быть равномерными по всему объему ферментера. Поэтому перемешивание является также одним из основных факторов, обеспечивающих требуемую гидродинамическую обстановку в аппарате. При интенсивном перемешивании пузырьки воздуха дробятся в аппарате и, диспергируясь, увеличивают площадь контакта фаз «среда-клетка». Однако чрезмерное перемешивание может вызвать механическое повреждение биологических объектов. Подробнее рассмотрите классификацию ферментационных аппаратов для аэробной глубинной ферментации по подводу энергии (Виестур и др., 1986; 1987). Согласно этой классификации, аппараты такого типа делятся на три группы по подводу энергии: 1) с газовой фазой, 2) с жидкой фазой, 3) с комбинированным подводом.

Завершающая стадия биотехнологического процесса – выделение целевого продукта. Эта стадия существенно различается в зависимости от того, накапливается продукт в клетке либо выделяется в культуральную жидкость, или же продуктом является сама клеточная масса. Наиболее сложно выделение продукта, накапливающегося в клетках. Для этого клетки необходимо отделить от культуральной жидкости, разрушить (дизинтегрировать) и далее целевой продукт очистить от массы компонентов разрушенных клеток. Выделение продукта облегчается, если он высвобождается (экскретируется) продуцентом в культуральную жидкость. Технология выделения и очистки в значительной степени зависит от природы целевого продукта. Первым этапом на пути к очистке целевого продукта является разделение культуральной жидкости и биомассы – сепарация. Следующим этапом получение целевого продукта является разрушение клеток. За дезинтеграцией клеток следует этап отделения фрагментов клеточных стенок. Выделение целевого продукта из культуральной жидкости или гомогената разрушенных клеток проводят путем его осаждения, экстракции или адсорбции.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Какие требования, предъявляют к микроорганизмам – продуцентам? Назовите способы создания высокоэффективных штаммов – продуцентов.
2. Стадии и кинетика роста микроорганизмов.
3. Сырье и состав питательных сред для биотехнологического производства.
4. Какие способы культивирования микроорганизмов Вы знаете?
5. Общая биотехнологическая схема производства продуктов микробного синтеза.
6. Аппаратура и устройства для культивирования микроорганизмов.
7. Каково устройство ферментера для промышленного культивирования микроорганизмов?
8. Назовите методы выделения целевого продукта из культуральной жидкости.
9. Каков принцип работы дезинтегратора?
10. По каким параметрам можно оценить эффективность различных ферментационных аппаратов?
11. Какие методы выделения и концентрирования продуктов микробного синтеза Вам известны?
12. Перечислите аппараты для выделения и концентрирования продуктов микробного синтеза.
13. Объясните сущность ультрафильтрации. Каково устройство ультрафильтрационной установки?
14. Седиментация, как метод выделения и концентрирования продуктов микробного синтеза.

Учебная литература

Основная учебная литература

Волова, Т.Г. Биотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Т. Г. Волова; отв. ред. И.И. Гительзон; кол. авт. Российская академия наук [РАН]. Сибирское отделение [СО]. Институт биофизики. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 1999. – 252 с. ISBN 5-7692-0204-1

Кузьмина, Н. А. Основы биотехнологии [Электронный ресурс] / Н.А. Кузьмина

Дополнительная учебная литература.

Стрельчик Н.В. Электронный курс лекций по дисциплине «Научные основы микробного синтеза»

Кутровский В.Н. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса: Учебное пособие / О.Д. Сидоренко, В.Н. Кутровский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.

Раздел 2. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов клетки

Краткое содержание

Изучение раздела начните с рассмотрения технологии биосинтеза аминокислот. Современные методы органического синтеза позволяют синтезировать L- и D-формы аминокислот, но только как рацематы, дальнейшее разделение которых представляет трудную задачу и экономически не эффективно. Другой способ получения аминокислот – это микробиологический синтез, когда используют штаммы-продуценты, осуществляющие сверхсинтез аминокислот. Избыточные количества аминокислот, например, L -лизина, L –глутаминовой кислоты, L -треонина, L –трептофана экскретируются (выходят) в культуральную (внешнюю) среду. Культуральная среда в этом случае может содержать от четырех, пяти и до ста граммов целевой аминокислоты на один литр жидкой фазы. В отличие от химического синтеза, в этом случае, то есть при биосинтезе аминокислот с помощью ферментных систем микроорганизмов, получаются исключительно L-формы аминокислот, обуславливающих терапевтический эффект, а не рацематы. Это обстоятельство решает проблему выбора получения аминокислот в промышленном масштабе в пользу биотехнологических методов.

Сегодня известны 4 метода получения аминокислот: химический метод (тонкий органический синтез); химико-энзиматический метод (энзиматическая трансформация химически синтезированных предшественников аминокислот с образованием биологически активных L-изомеров), метод достаточно дорогой; биологический метод (применение гидролиза белоксодержащих субстратов); прямой микробиологический метод (получение L-аминокислот), метод более дешевый, экономически выгодный. Наиболее распространенными методами получения аминокислот являются химико-энзиматический и микробиологический. Также, обратите внимание на механизмы регуляции биосинтеза аминокислот, особенности культивирования штаммов-продуцентов, контроль качества аминокислот.

Аналогичная ситуация сложилась и в области производства антибиотиков. Химический синтез, как правило, не эффективен. Именно поэтому в фармацевтической промышленности антибиотики получают с помощью штаммов-продуцентов, которые генерируют нужный антибиотик в определенной фазе роста в заданном режиме культивирования. Однако, использование в дальнейшем химической трансформации природных антибиотиков рождает новые лекарственные средства и помогает преодолевать резистентность микроорганизмов к лекарственным препаратам, повышая эффективность лечения.

Антибиотики – это вторичные продукты обмена микроорганизмов, (идиолиты). Обратите внимание, что характерной особенностью развития продуцентов антибиотических веществ является ярко выраженная двухфазность: в первой фазе развития микроорганизмов происходит накопление биомассы, во второй – синтез антибиотика. При этом очень важно создать условия ферментации, адекватные этой двухфазности с учетом ингибирующего действия антибиотика как продукта обмена на продуцент.

В процессах производства антибиотиков очень большое значение имеет правильный выбор состава питательной среды. В связи с интенсивным пенообразованием, сопровождающим процесс синтеза антибиотиков, в состав среды вводят пеногасители (растительные и животные жиры, минеральные масла). Помимо состава среды, большое влияние на выход антибиотиков оказывают другие физико-химические факторы среды: pH, температура, обеспечение кислородом, которые подбираются и задаются индивидуально для каждого продуцента. Процесс ферментации осуществляется в строго стерильной, глубокой, аэробной и периодической культуре. В большинстве случаев антибиотики выделяются в культуральную среду, хотя возможно и сохранение их внутри клеток. Локализация антибиотика, а также сфера применения последнего определяют специфику приемов постферментационной стадии. Если антибиотик находится в клетках, на первом этапе обработки биомассу выделяют из культуральной жидкости (фильтрацией или центрифугированием); далее после разрушения клеток антибиотик экстрагируют и переводят в растворимую фазу. Затем данный раствор, а также культуральные среды (если антибиотик в процессе идиофазы выделяется из клеток в среду) подвергают различным методам экстракции, разделения, очистки и концентрирования для получения готового продукта. Цель всех процедур постферментационной стадии – получение стерильных препаратов высокой степени чистоты. Особенно высокие требования предъявляют к антибиотикам медицин-

ского назначения. Поэтому выделение, очистка, концентрирование, высушивание, а также расфасовка и упаковка медицинских антибиотиков осуществляются в асептических условиях. Готовый продукт подвергается тщательному биологическому и фармакологическому контролю.

Далее рассмотрите особенности получения и применения ферментных препаратов. Природные штаммы обычно не синтезируют ферменты в избыточных количествах, так как процесс их синтеза находится под строгим генетическим контролем. Исключение составляют конститутивные ферменты, например ферменты гексозомонофосфатного пути, которые синтезируются в больших количествах в любых условиях роста. Наряду с отбором наиболее активных штаммов-продуцентов ферментов из микробных коллекций или выделенных из природных источников, продуцирующих конститутивные ферменты, широко используют индуцибельные и репрессибельные ферменты, которые синтезируются клетками в результате изменения условий ферментации или генетического аппарата клетки. К индуцибельным относятся многие ферменты, имеющие коммерческую ценность.

Помимо генетического фактора, огромное влияние на продукцию ферментов оказывают состав среды и условия культивирования микроорганизмов. При этом не только наличие индуктора в среде способно увеличить выход фермента. Чрезвычайно важным является качественный и количественный состав питательных сред.

Биотехнологическое производство ферментов реализуется двумя способами – поверхностным и глубинным. Твердофазная поверхностная ферментация заключается в выращивании продуцента на поверхности тонкого слоя твердой сыпучей среды. Глубинная ферментация в жидкой среде может быть реализована как в условиях периодического процесса, так и с применением проточных систем.

После завершения ферментации для предотвращения инактивации ферментов культуральную жидкость охлаждают до 3–5 °С и направляют на обработку. После отделения мицелия культуральную среду освобождают от грубых взвешенных частиц и концентрируют под вакуумом или подвергают ультрафильтрации. В связи с термолабильностью многих ферментов процессы обработки ведут при контролируемых, часто пониженных температурах. Глубокая очистка ферментов приводит к существенной потере активности препаратов и также очень дорогостояща. Более того, высокоочищенные белки менее стабильны по сравнению с неочищенными. Поэтому при использовании растворимых ферментов редко применяют полную очистку. Тем более что в зависимости от сферы применения требования к чистоте ферментных препаратов различны. Для получения очищенных препаратов ферментов применяют различные методы (осаждение солями или органическими растворителями, высаливание, сорбционную и хроматографическую очистку с использованием высокоселективных ионитов). Процесс завершается стадией высушивания на распылительных или вакуумных аппаратах в щадящем температурном режиме, не допускающем больших потерь активности ферментов. После стандартизации продукт направляется потребителю.

Микробиологическим путём получают и некоторые витамины. В основном это витамин B_{12} и эргостерин, а частично витамин B_2 , каротиноиды. Кроме того, развивается производство разных др. соединений этого типа (никотинамидные коферменты и др.). Основными продуцентами витамина B_{12} служат пропионовокислые бактерии, актиномицеты, а также комплекс метанообразующих бактерий, использующих отходы бродильной промышленности (послеспиртовые, ацетоно-бутиловые барды и др.) и применяемых в основном для получения кормового концентрата (высушенная среда с биомассой продуцента). Многие микроорганизмы способны к сверхсинтезу витамина B_2 с активным выделением его в среду, но в качестве промышленных продуцентов употребляют наиболее активные культуры, главным образом грибы *Eremothecium ashbyii* и *Ashbya gossypii*. Эргостерин — провитамин витамина D_2 — содержится в клетках многих дрожжей; основным источником его промышленного получения служат пекарские дрожжи. Однако уже имеются дрожжевые культуры со значительно более высоким уровнем накопления эргостерина. Комплекс витаминов и коферментов синтезируется, кроме того, в процессе развития дрожжей и накапливается в дрожжевой биомассе, которая привлекает всё более пристальное внимание как источник этих соединений.

Также, в этом разделе необходимо рассмотреть технологии получения микробиологическим путём липидов, полисахаридов, нуклеотидов.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Какие пути повышения биосинтеза антибиотиков Вам известны?
2. Назовите методы очистки антибиотиков.
3. Чем отличается технология получения ферментных препаратов для пищевой промышленности от используемых в сельском хозяйстве?
4. В чём преимущество получения аминокислот микробным синтезом в сравнении с методами химического синтеза?
5. Назовите микроорганизмов - продуцентов витаминов.
6. В каких величинах измеряется активность ферментов и ферментных препаратов?
7. Перечислите первичные и вторичные продукты обмена микроорганизмов.

Учебная литература
Основная учебная литература

Волова, Т.Г. Биотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Т. Г. Волова; отв. ред. И.И. Гительзон; кол. авт. Российская академия наук [РАН]. Сибирское отделение [СО]. Институт биофизики. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 1999. – 252 с. ISBN 5-7692-0204-1

Кузьмина, Н. А. Основы биотехнологии [Электронный ресурс] / Н.А. Кузьмина

Дополнительная учебная литература.

Стрельчик Н.В. Электронный курс лекций по дисциплине «Научные основы микробного синтеза»

Кутровский В.Н. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса: Учебное пособие / О.Д. Сидоренко, В.Н. Кутровский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.

Раздел 3. Использование брожений и других процессов метаболизма

Краткое содержание

В настоящее время биотехнологическими способами в промышленных масштабах синтезируют ряд органических кислот. Органические кислоты широко используют в пищевой и фармацевтической промышленности, в технике и в качестве химического сырья. Отдельные органические кислоты (лимонную, яблочную) можно получать экстракцией из природного растительного сырья; другие (уксусную, молочную) – в процессах органического синтеза. Более 50 органических кислот могут быть получены на основе микробиологического синтеза. Биотехнологические методы их получения к настоящему времени детально разработаны. Более того, принято считать, что органические кислоты, полученные в результате микробиологического синтеза, для использования человеком предпочтительнее в сравнении с синтетическими кислотами. Для технических нужд органические кислоты получают химическим путем; применяемые в пищевой и фармацевтической промышленности – в различных биотехнологических процессах. Это производства лимонной, молочной, уксусной, итаконовой, пропионовой и глюконовой органических кислот (молочная и уксусные кислоты производятся также и химическим путем).

Органические кислоты в системе микробного метаболизма являются продуктами деградации источника энергии и углерода. Так, лимонная, изолимонная, кетоглутаровая, янтарная, фумаровая и яблочная кислоты – интермедиаты цикла трикарбоновых кислот у большинства аэробных микроорганизмов. Глюконовая, кетоглюконовая и винная кислоты – промежуточные продукты прямого окисления глюкозы (без фосфорилирования) некоторых аэробных бактерий и грибов. Молочная, масляная и пропионовая кислоты служат конечными продуктами метаболизма углеводов у анаэробных бактерий. Уксусная кислота – продукт окисления этанола, а алифатические моно и дикарбоновые кислоты – промежуточные продукты окисления нормальных алканов. Таким образом, возможности микроорганизмов для получения на основе их метаболизма органических кислот велики.

Для сверхсинтеза отдельных кислот нужны селективные, строго определенные условия. При сбалансированном росте микроорганизмов на полноценной среде накопления органических кислот не происходит, так как, будучи промежуточными продуктами в системе микробного метаболизма, органические кислоты – исходный материал для синтеза других макромолекул. Время максимальной скорости образования в клетке органических кислот, как и многих других метаболитов, не совпадает во времени со скоростью размножения клеток и накоплением биомассы. Сверхсинтез органических кислот наблюдается при торможении скорости роста продуцента и блокировании процессов биосинтеза, требующих участия кислот в качестве субстрата, то есть при нарушении процессов диссимиляции имеющегося эндогенного субстрата и процессов синтеза основных (азотсодержащих) компонентов клетки. Такими условиями, как правило, служат полное или избыточное содержание в среде источника углерода и энергии и дефицит биогенных элементов, ограничивающих рост клеток. Большинство органических кислот получают, лимитируя рост клеток-продуцентов дефицитом азота или фосфора при избытке углеродсодержащего субстрата. Поэтому микробиологические процессы получения органических кислот двухфазные: на первом этапе обеспечивается так называемый сбалансированный рост при максимальном накоплении биомассы и потреблении углеродного и энергетического субстрата, а также лимитирующего биогена; на втором – происходит замедление скорости роста клеток. В результате этого прирост биомассы прекращается и начинается интенсивное кислотообразование.

Длительность фазы интенсивного кислотообразования определяется наличием углеродсодержащего субстрата в среде. Важным условием кислотообразования большинства органических кислот (за исключением молочной) является хороший режим аэрации, а также величина pH среды.

Способность продуцировать ту или иную кислоту – широко распространенное среди микроорганизмов свойство. В качестве производственных культур используют специально подобранные штаммы, продуцирующие целевую кислоту в виде монопродукта с высокими выходами и эффективным усвоением углеродного субстрата. При многих производствах органических кислот экономический коэффициент по углероду достигает 90 % и выше. В качестве продуцентов используют бактериальные, дрожжевые и грибные культуры (*Lactobacillus*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Candida*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*).

Способы ферментации в микробиологических процессах производства органических кислот разнообразны. Среди них – поверхностные жидко- и твердофазные процессы, а также глубокие,

включая проточные культуры. В последние годы разработаны принципиально новые и эффективные биотехнологии с использованием иммобилизованных целых клеток и ферментов. Также разнообразны и субстраты, используемые в производстве органических кислот. Применяемые в начале века глюкоза и сахароза со временем стали заменять более доступными комплексными средами (меласой, гидролизным крахмалом); в 60-е годы были разработаны новые процессы получения органических кислот на жидких парафинах нефти.

Обратите внимание на микробиологическую трансформацию органических соединений. Микробная трансформация — неполное превращение органических соединений ферментами микроорганизмов, сопровождающееся накоплением в среде продуктов этого превращения.

Микробные трансформации осуществляются одним или несколькими ферментами и поэтому не приводят к значительным изменениям структуры субстрата. Микробная трансформация проявляется как в образовании соединений, которые далее не используются данным микроорганизмом, так и во временном накоплении промежуточных продуктов в процессе использования различных органических соединений в качестве ростовых субстратов.

Микробная трансформация — естественное свойство микроорганизмов, широко распространенное в природе. Это свойство используется человеком в практической деятельности для получения ценных продуктов. Таким образом, микробы могут выполнять роль химических реагентов в органической химии. Поэтому микробную трансформацию, когда она используется в этих целях, называют ферментативной, микробной или микробиологической химией.

В микробной химии используются не только процессы трансформации, осуществляемые микроорганизмами в природе или в стандартных условиях культивирования но, различные биохимические, генетические, микробиологические и технологические методы воздействия на метаболизм микробной клетки, позволяющие препаративно получать продукты неполного превращения органических соединений, используя микроорганизмы, у которых в обычных условиях способность осуществлять данную трансформацию не выражена. При изучении данной темы отметьте, в чём заключаются преимущества ферментативных методов по сравнению с химическими, а в чём недостатки.

В настоящее время выделяют следующие типы процессов микробной трансформации: 1) окисление, 2) восстановление, 3) декарбоксилирование, 4) дезаминирование, 5) образование гликозидов, 6) гидролиз, 7) метилирование, 8) этерификация, 9) дегидратация, 10) диспропорционирование, 11) конденсация, 12) аминирование, 13) ацетилирование, 14) амидирование, 15) нуклеотизация, 16) галогенирование, 17) деметилирование, 18) асимметризация, 19) рацемизация, 20) изомеризация.

Кроме того, рассмотрите также различные виды брожений и получаемые продукты.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Опишите процесс получения уксусной кислоты микробиологическим способом.
2. Культуру какого гриба используют для промышленного получения лимонной кислоты?
3. Приведите пример реакции микробного окисления.
4. Какие преимущества имеет микробное восстановление перед химическими реакциями такого типа?
5. Где наиболее часто используются реакции гидролиза?
6. Назовите методы микробной трансформации органических соединений.
7. Приведите примеры микроорганизмов, осуществляющих трансформации.

Учебная литература

Основная учебная литература

Волова, Т.Г. Биотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Т. Г. Волова; отв. ред. И.И. Гительзон; кол. авт. Российская академия наук [РАН]. Сибирское отделение [СО]. Институт биофизики. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 1999. — 252 с. ISBN 5-7692-0204-1
Кузьмина, Н. А. Основы биотехнологии [Электронный ресурс] / Н.А. Кузьмина

Дополнительная учебная литература.

Стрельчик Н.В. Электронный курс лекций по дисциплине «Научные основы микробного синтеза»
Кутровский В.Н. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса: Учебное пособие / О.Д. Сидоренко, В.Н. Кутровский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.

Раздел 4. Производства, основанные на получении микробной биомассы

Краткое содержание

Изучение этого раздела начните с вопроса «Получение биомассы микроорганизмов в качестве источника белка».

Производство микробной биомассы - самое крупное микробиологическое производство. Сбалансировать содержание в кормах белка и его аминокислотный состав можно с помощью биомассы микроорганизмов. Этот белковый источник имеет ряд преимуществ: большая скорость роста микроорганизмов (микроорганизмы растут в 500 раз быстрее, чем сельскохозяйственные культуры и в 1000-5000 раз быстрее, чем самые быстрорастущие породы животных); высокое содержание белка в

биомассе: дрожжи способны накапливать до 40-50 % белка от своей массы, а некоторые бактерии до 60-70 % белка; удовлетворительная биологическая ценность белков: по содержанию большинства незаменимых аминокислот (лизина, триптофана и др.) белок многих дрожжей и бактерий соответствует эталону (яичному белку); независимость производства от погодных и сезонных условий: биомассу микроорганизмов можно получать круглогодично; возможность выращивания биомассы на различных непищевых субстратах и на отходах ряда производств; возможность организации производства микробного белка промышленными методами с применением автоматизации.

Использование того или иного продуцента при производстве белковых препаратов определяется составом питательной среды и назначением белка. Требования менее строги, если белок предназначен для кормовых целей и должны быть высокими, если белковые препараты используются в пищу.

Эффективность применения микроорганизма-продуцента для производственных целей определяется, с одной стороны, скоростью его роста, с другой - степенью использования питательных веществ среды. Продуценты белков должны отвечать следующим требованиям: накапливать 40-70 % белка от своей биомассы; максимально усваивать питательные вещества среды; не являться болезнетворными и не выделять в среду токсических продуктов; обладать высокой устойчивостью и выживаемостью в нестерильных условиях выращивания; иметь высокую скорость размножения и роста; легко отделяться от среды.

Промышленные культуры, используемые для биосинтеза белковых веществ, должны отвечать медико-биологическим требованиям.

Независимо от вида используемого сырья, технологический процесс производства микробных белковых препаратов состоит из следующих основных стадий: подготовка сырья и приготовление питательных сред для выращивания микроорганизмов; культивирование микроорганизмов; выделение биомассы продуцента из культуральной жидкости; плазмолиз клеток; сушка биомассы; фасовка и упаковка готового препарата.

В качестве питательной среды для производства белковых препаратов в промышленных масштабах используют молочную сыворотку. На молочной сыворотке хорошо растут и накапливают значительное количество белка дрожжи *Kluyveromyces* и *Candida*. Большое значение имеет и то обстоятельство, что применение молочной сыворотки не требует специальной сложной подготовки, а культуральная жидкость после выращивания микроорганизмов может быть использована в пищевых и кормовых целях без обработки.

Для получения белка на гидролизатах растительного сырья наиболее часто используют дрожжи рода *Candida*, реже - дрожжи рода *Trichosporon*. Также дрожжи рода *Candida* способны к синтезу белка на сульфитных щелоках и жидких углеводородах. Газообразные углеводороды хорошо потребляются бактериями родов *Mycobacterium* и *Pseudomonas*.

В производстве пищевых продуктов рассматриваются 3 основные формы использования микробного белка: цельная биомасса (без специального разрушения клеточных стенок); частично очищенная биомасса (разрушение клеточных стенок и удаление нежелательных компонентов); выделенные из биомассы белки (и з о л я т ы).

Далее необходимо рассмотреть вопрос «Производство хлебопекарных дрожжей и их экспертиза». Обычно для промышленного производства дрожжей используют питательную среду, основным компонентом которой является м е л а с с а – отход сахарного производства (свекловичная или из сахарного тростника). Дрожжи выращивают в биореакторах (ферментерах) периодического действия аэробным глубинным способом при pH 4,4-4,5 по так называемому проточному методу. После ферментации дрожжи отделяют от среды путем центрифугирования или фильтрации на фильтр-прессе, затем биомассу тщательно промывают водой. Товарные дрожжи могут быть сухими и прессованными.

При экспертизе товарных дрожжей определяют: органолептические показатели (внешний вид, цвет, запах и вкус, консистенцию); влажность дрожжей (для прессованных дрожжей, согласно ГОСТ 171-81, массовая доля влаги не должна превышать 75 %); содержание мертвых клеток (не более 5 %); способность дрожжей к размножению (доля почкующихся клеток должна составлять 40-70 % от общего количества); биологическую чистоту (годными для производства считаются дрожжи, содержащие не более 1 % бактерий и не более 0,5 % диких дрожжей); подъемную силу. Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента внесения теста в форму до подъема теста до 70 мм. Подъемная сила дрожжей должна быть не более 70 мин.

Хлебопекарные дрожжи широко используются в различных отраслях пищевой промышленности: хлебопекарной, пивоваренной, при получении этилового спирта, вин и т.д.

Подробно изучите производство вакцин, бактериофагов и препаратов, нормализующих микрофлору кишечника. Производство вакцин рассмотрите на примере получения спиртовой брюшнотифозной вакцины, Ви-антигена, приготовления анатоксинов и использования аттенуированных штаммов. Обратите внимание на особенности вирусных препаратов и лечебно-профилактические препараты бактериофагов. Изучите бактериальные препараты, нормализующие микрофлору кишечника

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Каковы преимущества микробного белка перед другими источниками?
2. Требования к продуцентам белка.
3. Достоинства и недостатки получения белка с помощью дрожжей, микроскопических грибов, бактерий, водорослей.
4. Назовите основные стадии процесса производства микробных белковых препаратов.
5. Какие способы культивирования используются при производстве хлебопекарных дрожжей?
6. В чем суть приточного метода?
7. Как происходит отделение биомассы дрожжей от культуральной жидкости?
8. По каким показателям проводят экспертизу качества хлебопекарных дрожжей?
9. Что такое биологическая чистота дрожжей?
10. Что такое подъемная сила хлебопекарных дрожжей?
11. Опишите этапы технологического процесса производства лактобактерина.

Учебная литература

Основная учебная литература

Волова, Т.Г. Биотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Т. Г. Волова; отв. ред. И.И. Гительзон; кол. авт. Российская академия наук [РАН]. Сибирское отделение [СО]. Институт биофизики. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 1999. – 252 с. ISBN 5-7692-0204-1

Кузьмина, Н. А. Основы биотехнологии [Электронный ресурс] / Н.А. Кузьмина

Дополнительная учебная литература.

Стрельчик Н.В. Электронный курс лекций по дисциплине «Научные основы микробного синтеза»

Кутровский В.Н. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса: Учебное пособие / О.Д. Сидоренко, В.Н. Кутровский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.

Процедура оценивания

После изучения каждого раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Формой рубежного контроля является контрольная работа. В задание включено не менее трех вопросов для каждого варианта

Шкала и критерии оценивания ответов на вопросы контрольной работы

«отлично» ставится за полные ответы на все вопросы с включением в содержание ответа лекции преподавателя, материала учебников и дополнительной литературы;

«хорошо» ставится за полный ответ на вопросы в объеме рассказа (лекции) преподавателя или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями;

«удовлетворительно» ставится за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании;

«неудовлетворительно» ставится за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещены менее половины требуемого материала или не описано главное в содержании вопросов, или нет ответов, или письменная работа не сдана.

8. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС

8.1. Рекомендации по написанию рефератов

Тема реферата выбирается студентом из предложенного преподавателем списка. Реферат подготавливается студентом индивидуально на основе самостоятельной проработки рекомендованной преподавателем и самостоятельно подобранной учебной литературы по выбранной теме.

При аттестации обучающегося по итогам его работы над рефератом, преподавателем используются критерии оценки качества процесса подготовки реферата, критерии оценки содержания реферата, критерии оценки оформления реферата, критерии оценки участия обучающегося в контрольно-оценочном мероприятии.

1. Критерии оценки содержания реферата:

- степень раскрытия темы;
- самостоятельность и качество анализа теоретических положений;
- глубина проработки, обоснованность методологической и методической программы исследования;
- качество анализа объекта и предмета исследования;
- проработка литературы при написании реферата.

2. Критерии оценки оформления реферата:
 - логика и стиль изложения;
 - структура и содержание введения и заключения;
 - объем и качество выполнения иллюстративного материала;
 - качество ссылок;
 - качество списка литературы;
 - общий уровень грамотности изложения.
3. Критерии оценки качества подготовки реферата:
 - способность работать самостоятельно;
 - способность творчески и инициативно решать задачи;
 - способность рационально планировать этапы и время выполнения реферата, диагностировать и анализировать причины появления проблем при выполнении реферата, находить оптимальные способы их решения;
 - способность вести дискуссию, выстраивать аргументацию;
5. Критерии оценки участия обучающегося в контрольно-оценочном мероприятии:
 - способность и умение публичного выступления с докладом;
 - способность грамотно отвечать на вопросы;

8.1.1. Шкала и критерии оценивания

- оценка «зачтено» по реферату присваивается за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада;
- оценка «не зачтено» по реферату присваивается за слабое и неполное раскрытие темы, не-самостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.

Примерный перечень тем рефератов

1. Технология производства пробиотиков (*пробиотики на основе молочнокислых бактерий; технология производства бифидумбактерина и др.*).
2. Производство антибиотиков (*выделение микроорганизмов – продуцентов антибиотиков; промышленное производство пенициллина, стрептомицина, гентамицина*).
3. Технология производства витаминов.
4. Технология приготовления и использование ферментных препаратов.
5. Технология получения бактериальных препаратов для сельского хозяйства (*энтобактерин, дендробациллин, инсектин, токсобактерин, боверин и др.*).
6. Получение аминокислот
7. Получение органических кислот.
8. Технология приготовления и использование ферментных препаратов (*штаммы - продуценты ферментов, культивирование, переработка культуральной жидкости*).
9. Получение каротиноидов, гиббереллинов, алкалоидов.
10. Получение липидов
11. Получение полисахаридов
12. Иммунизированные клетки микроорганизмов и их применение
13. Основы асептики микробиологического синтеза
14. Получение газообразного и жидкого топлива (*биогаз, метанол, этанол, бутанол и др.*).
15. Микробиологическая трансформация органических соединений (*Преимущества и недостатки биотрансформации по сравнению с химическими методами. Принципы и основные типы процессов микробной трансформации. Микроорганизмы, трансформирующие органические соединения. Методы микробной трансформации и возможности их использования*).
16. Охрана окружающей среды. Экологическая биотехнология. Биологические методы очистки сточных вод, газовоздушных выбросов, утилизации твердых отходов, биodeградации ксенобиотиков.

8.2 Рекомендации по выполнению контрольной работы

Контрольная работа является итогом самостоятельной теоретической подготовки обучающегося. Она представляет собой краткое изложение материала всех разделов дисциплины. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины содержатся в **Методических указаниях по освоению учебной дисциплины Б1.О.36 Научные основы микробного синтеза**, являющихся приложением рабочей программы дисциплины «Научные основы микробного синтеза». Конспект необходимо иметь на занятиях во время экзаменационной сессии. Он поможет определить, насколько полно и правильно усвоен материал, и будет служить вспомогательным пособием в подготовке к аудиторным занятиям. Обязательно следует запоминать специальную терминологию.

С целью выяснения самостоятельности выполнения работы и глубины усвоения материала преподаватель проводит защиту контрольной работы. Форма защиты контрольной работы устная (собеседование).

Общие требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть написана от руки в тетради. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля не менее двух сантиметров для замечаний преподавателя. Текст работы должен быть написан научным стилем с соблюдением всех правил орфографии, синтаксиса, пунктуации. Для него должны быть присущи логика, объективность, точность, ясность, и вместе с тем, краткость изложения. В работе обязательно должны быть представлены рисунки (аппаратуры для процесса ферментации, для выделения и получения готового продукта и др.), таблицы и схемы (обобщённая технологическая схема процесса микробного синтеза; классификация процессов биосинтеза) и т.д., что способствует закреплению данного учебного материала.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

– оценка «зачтено» по контрольной работе присваивается за раскрытие темы, качественное оформление работы, владение предметом, логику и последовательность изложения материала показанные на собеседовании;

– оценка «не зачтено» по работе выставляется, если обучающийся не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы, несамостоятельность изложения материала, небрежное оформление работы;

8.3. Рекомендации по составлению глоссария

Залогом успешного освоения любой учебной дисциплины является овладение студентом специальной научной терминологией. Важнейшую роль в этом процессе играет не только учебно-методическая, но и учебно-справочная литература, разновидностью которой является учебный глоссарий.

Глоссарий – толковый словарь понятий и терминов, употребляемых в изучаемой дисциплине или разделе. Для составления глоссария по заданной теме нужно найти информацию из разных источников (сеть Internet, энциклопедии, практические пособия, учебная литература), изучить ее и составить в тетради в рукописном варианте.

Общие требования:

1. Глоссарий состоит из слов, соответствующих тематике задания.
2. Используемые слова должны быть именами существительными в именительном падеже единственного числа.
3. Не допускаются аббревиатуры, сокращения.
4. Все тексты должны быть написаны разборчиво.
5. Обязателен список используемой литературы.

Планирование деятельности по составлению глоссария:

1. Определить, с какой целью составляется глоссарий.
2. Просмотреть и изучить материал по теме.
3. Продумать составные части глоссария.
4. Изучить дополнительный материал по теме.
5. Составить список слов.
6. Подобрать толкование слов.
7. Проверить орфографию текста, соответствие нумерации.
8. Проанализировать составленный глоссарий согласно критериям оценивания.
9. Оформить готовый глоссарий.

Шкала и критерии оценивания

- зачтено - содержание глоссария соответствует заданной теме, просмотрен и изучен дополнительный материал по теме, выдержаны все требования к его оформлению;

- не зачтено - слова и их толкование не соответствуют заданной теме, обнаруживается существенное непонимание проблемы, не правильно определена цель составления глоссария, не просмотрен и не изучен дополнительный материал по теме, выдержаны не все требования к его оформлению;

8.4. Рекомендации по самостоятельному изучению тем

ВОПРОСЫ для самостоятельного изучения темы «Получение антибиотиков»

1. Образование антибиотиков в промышленных условиях (антибиотики, образуемые бактериями; антибиотики, образуемые актиномицетами; антибиотики, образуемые мицелиальными грибами);
2. Пути повышения биосинтеза антибиотиков микроорганизмами;
3. Промышленное получение антибиотиков;

**ВОПРОСЫ
для самостоятельного изучения темы
«Получение каротиноидов»**

1. Биосинтез каротиноидов;
2. Условия образования каротиноидов микроорганизмами;
3. Продуценты и промышленное получение каротиноидов;

**ВОПРОСЫ
для самостоятельного изучения темы
«Получение гиббереллинов и алкалоидов»**

1. Продуценты и промышленное получение гиббереллинов;
2. Продуценты и промышленное получение алкалоидов;

**ВОПРОСЫ
для самостоятельного изучения темы
«Микробиологический синтез нуклеотидов»**

1. Нуклеотиды и их производные микробного происхождения;
2. Особенности микробиологического синтеза нуклеотидов;

**8.4.1. Шкала и критерии оценивания
самостоятельного изучения тем:**

Максимальную отметку обучающийся получает, если: обстоятельно с достаточной полнотой излагает соответствующую тему; дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов; правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающимся данного материала.

Четвёрку получает обучающийся, если: неполно (не менее 70 % от полного), но правильно изложено задание; при изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя; дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов; может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры; правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающимся данного материала.

Тройку обучающийся получает, если: неполно (не менее 50 % от полного), но правильно изложено задание; при изложении допущена 1 существенная ошибка; знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировки понятий; излагает выполнение задания недостаточно логично и последовательно; затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Двойку обучающийся получает, если: неполно (менее 50 % от полного) изложено задание; при изложении были допущены существенные ошибки.

**9. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода
и результатов учебной работы**

9.1 Вопросы для входного контроля

Вопрос №1

Наименьшими формами живой материи являются:

1. дрожжи;
 2. вирусы;
 3. бактерии;
 4. простейшие;
 5. плесневые грибы;
-

Вопрос №2

Тип взаимоотношений между микроорганизмами, при котором один организм живёт за счёт другого, причиняя ему вред:

1. паразитизм
 2. антагонизм
 3. синергизм
 4. мутуализм
 5. комменсализм
-

Вопрос №3

Процесс окисления солей аммиака в соли азотной кислоты называется:

1. нитрификацией;
 2. аммонификацией;
 3. денитрификацией;
 4. брожением;
-

Вопрос №4

Структура, отсутствующая в грибной клетке:

1. аппарат Гольджи;
 2. клеточная стенка;
 3. митохондрии;
 4. вакуоль;
 5. нуклеоид;
-

Вопрос №5

Бактериофагов НЕ используют для:

1. профилактики инфекционных болезней;
 2. изготовления кисломолочных продуктов;
 3. диагностики инфекционных болезней;
 4. очистки сточных вод;
-

Вопрос №6

Определите признак, характерный для прокариотической клетки:

1. отсутствие ядра, отграниченного от цитоплазмы двойной мембраной;
 2. наличие митохондрий;
 3. наличие более одной хромосомы;
 4. отсутствие пептидогликана;
-

Вопрос №7

Катаболизм – это процесс:

1. распада органических веществ
 2. запасания органических веществ
 3. удвоения молекул ДНК
 4. синтеза органических веществ
-

Вопрос №8

Бактерии по типу дыхания подразделяются на:

1. автотрофов и гетеротрофов;
 2. аэробов и анаэробов;
 3. мезофиллов и психрофилов;
-

Вопрос №9

Вид пищеварения, характерный для бактерий:

1. внеклеточное;
2. полостное;
3. пристеночное;
4. внутриклеточное;

Вопрос №10

Микроорганизмы, нуждающиеся для дыхания в свободном кислороде, называются:

1. термофилами;
 2. галлофилами;
 3. аэробами;
 4. анаэробами;
-

Вопрос №11

Химическими элементами белков являются:

1. Углерод
 2. Фтор
 3. Кальций
 4. Кислород
 5. Водород
 6. Азот
 7. Натрий
 8. Марганец
 9. Калий
-

Вопрос №12

Окислительно-восстановительные реакции катализируют ферменты, относящиеся к классу:

1. оксидоредуктазы
 2. трансферазы
 3. гидролазы
 4. лиазы
 5. изомеразы
 6. лигазы (синтетазы)
-

Вопрос №13

Важнейшими химическими элементами (органогенными), преобладающими в клетках микроорганизмов являются:

1. углерод, сера, фосфор, кислород;
 2. углерод, кислород, водород, азот;
 3. кислород, медь, цинк, кальций;
 4. железо, азот, натрий, калий;
-

Вопрос №14

Наиболее важный компонент клеточной стенки бактерий:

1. муреин;
 2. хитин;
 3. целлюлоза;
 4. крахмал;
-

Вопрос №15

По отношению к температуре микроорганизмов условно подразделяют на:

1. аэробы, анаэробы, микроаэрофилы;
 2. психрофилы, мезофиллы, термофилы;
 3. ацидофилы, алкалофилы, нейтрофилы;
 4. автотрофы, метатрофы, паратрофы
-

Вопрос №16

Методы хранения, направленные на приостановление жизнедеятельности микробов в продуктах, основаны на принципах:

1. биоза
 2. анабиоза
 3. абиоза
 4. симбиоза
-

Вопрос №17

Уравнение спиртового брожения:

1. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHONCOOH + Q$
2. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + Q$
3. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2 + Q$

Вопрос №18

Структура, встречающаяся не во всех бактериальных клетках:

1. клеточная стенка;
2. цитоплазма;
3. кольцевая молекула ДНК;
4. рибосома;
5. капсула;

Вопрос №19

Энергия солнечного света преобразуется в химическую в процессе:

1. хемосинтеза
2. брожения
3. дыхания
4. фотосинтеза

Вопрос №20

Ферменты, постоянно присутствующие в клетке, независимо от условий её существования и наличия катализируемого субстрата:

1. эндоферменты
2. индуктивные;
3. коферменты;
4. конститутивные;

**Шкалы и критерии оценки
ответов на тестовые вопросы входного контроля:**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если получено от 61 до 100% правильных ответов.
- оценка «не зачтено» - получено менее 61% правильных ответов.

9.2. Текущий контроль успеваемости

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому обучающийся должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

**ВОПРОСЫ
для самоподготовки к практическим занятиям**

В процессе подготовки к занятию студент изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии студент демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа. Представляет тезисный конспект.

Тема 1. Клеточные стенки микроорганизмов

1. Взаимосвязь клеточных структур и их функции на примере бактериальной клетки.
2. Клеточные стенки бактерий. Макромолекулярная организация клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий.
3. Химический состав. Пептидогликан (муреин): строение и биосинтез. Функции муреина.
4. Тейхоевые и липотейхоевые кислоты, липополисахариды и липопротеины: строение и функции.
5. Функции и биохимические свойства клеточных стенок бактерий.

6. Бактерии без клеточных стенок и с особенностями строения клеточных стенок: протопласты, сферопласты, L-формы, планктомицеты, хламидии и др. Отличительные особенности клеточных стенок архей (псевдомуреиновые, гетерополисахаридные, гликопротеиновые и белковые). S-слой бактерий: строение, химический состав, свойства, функции и практическое значение.

7. Капсулы, чехлы и слизистые слои: сравнительная характеристика, строение, функции, распространенность. Практическое значение экзополисахаридов, слизистых слоев и капсул бактерий в медицине и пищевой промышленности. Методы выявления капсул бактерий.

8. Поверхностные органеллы: шипы, целлюлосомы, экстрацеллюлярные газовые баллоны. Фимбрии (пили, ворсинки): распространенность, классификация, строение, функции.

Тема 2. Мембраны микробных клеток

1. Элементарная мембрана, ее химический состав и макромолекулярная организация. Особенности строения мембран бактерий и архей. Функции отдельных компонентов мембраны. Основные свойства биомембран.

2. Наружная мембрана, цитоплазматическая мембрана и внутрицитоплазматические мембраны: распространенность и функции.

3. Мембранные образования: мезосомы, хромосомы. Функции мембранных образований.

4. Участие цитоплазматической мембраны прокариот в различных метаболических процессах.

5. Транспортная функция мембран. Избирательная проницаемость (полупроницаемость) мембран. Активный и пассивный виды транспорта. Диффузия простая и облегченная, осмос.

6. Энергетическая функция мембран (Мембранное фосфорилирование). Источники энергии. Энергетические ресурсы. Общая характеристика энергетических процессов. Перенос электронов как суть энергетических процессов. Доноры и акцепторы электронов. Основные типы энергетического метаболизма прокариот.

7. АТФ как универсальная форма химической энергии в клетке. Способы получения энергии прокариотами: брожение, фотосинтез, дыхание. Мембранное и субстратное фосфорилирование. Разновидности мембранного фосфорилирования. Окислительное фосфорилирование.

Тема 3. Белки микроорганизмов

1. Белоксинтезирующий аппарат бактериальной клетки.

2. Рибосомы, как функциональные нуклеопротеиды. Размеры и морфология рибосом. Структура и состав рибосом.

3. Рибосомальные РНК и белки малой и большой субъединиц. Формирование рибосом в клетке. Общие представления о функции рибосом в клетке. Особенности строения рибосом архей.

Тема 4. Нуклеиновые кислоты

1. Как происходит биосинтез нуклеиновых кислот у микроорганизмов? Что служит предшественниками РНК и ДНК? Какие соединения участвуют в синтезе мононуклеотидов?

2. Какие функции выполняют нуклеиновые кислоты в микробной клетке? Отличаются ли они от функций нуклеиновых кислот в клетках животного происхождения?

3. Каково общее количество нуклеиновых кислот в микробной клетке, отчего оно зависит?

4. Методы анализа нуклеиновых кислот с помощью которых получают данные о генотипе микроорганизмов.

5. В каком состоянии находится хроматин в микробной клетке на разных стадиях её развития?

Тема 5. Углеводы микробных клеток

1. Как происходит биосинтез углеводов в микробной клетке?

2. Функции углеводов в микробной клетке.

3. Какие ферменты участвуют в углеводном обмене?

4. Чем отличается фотосинтез у зелёных и пурпурных бактерий от этого процесса у растений?

5. Внутри- и внеклеточные микробные полисахариды.

Тема 6. Липиды микроорганизмов

1. В каких отраслях промышленности можно использовать липиды микроорганизмов?

2. Какие микроорганизмы являются продуцентами в основном простых липидов, а какие – сложных?

3. Охарактеризуйте стадии образования липидов у дрожжей – основных продуцентов липидов.

4. Каков состав липидов синтезируемых бактериями?

5. Какие виды дрожжей называют «жировыми» или липидными?

Тема 7. Полифосфаты

1. Функции полифосфатов в клетках бактерий, дрожжей, животных.
2. Участие высокомолекулярных полифосфатов в метаболической и структурной регуляции обмена веществ.
3. Как называются гранулы, накапливающиеся в клетках микроорганизмов, которые содержат полифосфаты?

Тема 8. Минеральные вещества и вода

1. Каково содержание минеральных веществ в клетках микроорганизмов?
2. Роль различных минеральных веществ в обмене веществ микробной клетки (фосфор, натрий, калий, магний, сера, железо, хлор; кобальт, марганец, медь, хром, цинк, молибден).
3. Значение воды в жизнедеятельности клетки.
4. Содержание свободной воды в клетке может изменяться в зависимости от условий внешней среды, физиологического состояния клетки, ее возраста. Приведите примеры.

Тема 9. Биотехнология органических кислот

1. Почему органические кислоты, полученные микробиологическим синтезом, предпочтительнее использовать в пищевой промышленности, чем кислоты, полученные органическим синтезом?
2. Какие микроорганизмы являются продуцентами уксусной кислоты?
3. Перечислите товарные формы уксусной кислоты. Чем отличаются технологии получения различных товарных форм?

Тема 10. Получение аминокислот

1. Промышленное производство аминокислот.
2. Микроорганизмы – продуценты аминокислот.
3. Производство лизина.
4. Получение глутаминовой к-ты, аргинина, глутамина, треонина, пролина.
5. Производство триптофана в промышленных масштабах.

Тема 11. Технология ферментных препаратов

1. Ферменты, получаемые промышленным способом, их применение
2. Глубинный метод культивирования продуцентов ферментов
3. Поверхностный метод культивирования продуцентов ферментов

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ самоподготовки по темам практических занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельно изученного материала смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.
- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал на основе самостоятельно изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

ВОПРОСЫ для самоподготовки к лабораторным занятиям

Тема 1. Спиртовое брожение

1. Что понимают под накопительной культурой микроорганизмов?
2. Характеристика дрожжевых грибов.
3. Приготовление препарата «раздавленная капля».
4. Приготовление фиксированного, окрашенного препарата.
5. Охарактеризуйте спиртовое брожение.

Тема 2. Маслянокислое брожение

1. Общая характеристика маслянокислых бактерий.
2. Что понимают под термином «облигатные анаэробы».
3. Признаки маслянокислого брожения.

Тема 3. Уксуснокислое брожение

1. Общая характеристика уксуснокислых бактерий.
2. Химизм уксуснокислого брожения.

Тема 4. Молочнокислое брожение

1. В чём заключается отличие гомоферментативного молочнокислого брожения от гетероферментативного?
2. Возбудители молочнокислого брожения.

Тема 5. Изучение культур микроорганизмов–продуцентов биологически активных веществ, используемых в пищевой биотехнологии.

1. Общая характеристика бактерий - продуцентов биологически активных веществ. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам.
2. Общая характеристика грибов - продуцентов биологически активных веществ.

Тема 6. Выявление клеточных структур микроорганизмов

1. Строение и функции клеточной стенки и цитоплазматической мембраны. Способы обнаружения оболочки у бактерий.
2. Окраска по Граму, техника, назначение. Отличия грамотрицательных и грамположительных бактерий.

Тема 7. Обнаружение в микроорганизмах внутриклеточных включений

1. Что представляют собой внутриклеточные включения?
2. Функция внутриклеточных включений микроорганизмов.
3. Гранулы волютина, характеристика, метод окраски.

Тема 8. Выявление эндоспор микроорганизмов

1. Спорообразование у бактерий, методы окраски спор.
2. Назначение спор у бактерий.

Тема 9. Методы количественного учета микроорганизмов

1. Цель и классификация методов количественного учета микроорганизмов.
2. Сущность и этапы непосредственного подсчета клеток под микроскопом. Камеры Горяева. Метод Виноградского-Брида.
3. Сущность и этапы метода счета колоний.
4. Сущность и этапы метода предельных разведений. Последовательность определения наиболее вероятного числа микробов по таблицам Мак-Креди.
5. Современные методы количественного учета микроорганизмов.

Тема 10. Образование антибиотиков микроорганизмами

1. Основные продуценты антибиотиков.
2. Предназначение антибиотиков в природе

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельно изученного материала смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Знает теоретические основы лабораторных исследований.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал на основе самостоятельно изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Не знает теоретических основ лабораторных исследований.

10. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

10.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:
--

1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
10.2. Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.2.2 настоящей программы
Форма промежуточной аттестации -	дифференцированный зачет
Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРС, на последней неделе семестра
Основные условия получения обучающимся зачёта:	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) прошёл заключительное тестирование; 3) подготовил полнокомплектное учебное портфолио.
Процедура получения зачёта -	Представлены в Фонде оценочных средств по данной учебной дисциплине (см. – Приложение 9)
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:	

10.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины

По итогам изучения дисциплины, студенты проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

10.3.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение.

Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение студента на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Студенту рекомендуется:

1. при неуверенности в ответе на конкретное тестовое задание пропустить его и переходить к следующему, не затрачивая много времени на обдумывание тестовых заданий при первом проходе по списку теста;
2. при распределении общего времени тестирования учитывать (в случае компьютерного тестирования), что в автоматизированной системе могут возникать небольшие задержки при переключении тестовых заданий.

Необходимо помнить, что:

1. тест является индивидуальным. Общее время тестирования и количество тестовых заданий ограничены и определяются преподавателем в начале тестирования;
2. по истечении времени, отведённого на прохождение теста, сеанс тестирования завершается;
3. допускается во время тестирования только однократное тестирование;
4. вопросы студентов к преподавателю по содержанию тестовых заданий и не относящиеся к процедуре тестирования не допускаются;

Тестируемому во время тестирования запрещается:

1. нарушать дисциплину;
2. пользоваться учебно-методической и другой вспомогательной литературой, электронными средствами (мобильными телефонами, электронными записными книжками и пр.);
3. использование вспомогательных средств и средств связи на тестировании допускается при разрешении преподавателя-предметника.
4. копировать тестовые задания на съёмный носитель информации или передавать их по электронной почте;
5. фотографировать задания с экрана с помощью цифровой фотокамеры;
6. выносить из класса записи, сделанные во время тестирования.

На рабочее место тестируемому разрешается взять ручку и черновик.

За несоблюдение вышеперечисленных требований преподаватель имеет право удалить тестируемого, при этом результат тестирования удаленного лица аннулируется.

Тестируемый имеет право:

Вносить замечания о процедуре проведения тестирования и качестве тестовых заданий.

Перенести сроки тестирования (по уважительной причине) по согласованию с преподавателем.

Примерный тест для самоконтроля знаний по дисциплине

Вариант № 1

1. Ферменты, которые всегда имеются в микробной клетке независимо от фазы ее развития и условий окружающей среды:

- а) индуцибельные
- б) конститутивные
- в) клеточные
- г) истинные

2. Барботер – это устройство предназначенное для:

- а) подачи питательной среды в ферментер
- б) измерения уровня жидкости в ферментере
- в) подачи воздуха (газа) в ферментер
- г) стерилизации ферментера
- д) отвода тепла из ферментера

3. Функция змеевика и рубашки в биореакторе:

- а) перемешивание;
- б) пеногашение;
- в) аэрирование;
- г) стерилизация;
- д) охлаждение.

4. Правильная последовательность основных фаз роста микроорганизмов:

- а) стационарная фаза, лаг-фаза, экспоненциальная фаза, фаза отмирания
- б) лаг-фаза, стационарная фаза, экспоненциальная фаза, фаза отмирания
- в) лаг-фаза, экспоненциальная фаза, стационарная фаза, фаза отмирания

5. Стадия роста культуры клеток, характеризующаяся экспоненциальным (с возрастающим ускорением) ростом числа клеток во времени:

- а) стационарная фаза,
- б) лаг-фаза,
- в) логарифмическая фаза,
- г) фаза отмирания

6. Установите соответствие между микроорганизмом и продуцируемой им органической кислотой

УКАЖИТЕ СООТВЕТСТВИЕ ДЛЯ КАЖДОГО НУМЕРОВАННОГО ЭЛЕМЕНТА ЗАДАНИЯ

а) <i>Lactobacterium delbrueckii</i>	1) Молочная кислота
б) <i>Acetobacter aceti</i>	2) Уксусная кислота
в) <i>Aspergillus niger</i>	3) Лимонная кислота
	4) Пропионовая
	5) Винная

7. Основные требования к «идеальному» сырью для процессов микробиологического синтеза:

УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЁХ ТРЕБОВАНИЙ

- а) хорошая растворимость в воде,
- б) должно относиться к пищевым продуктам
- в) высокая стоимость
- г) нестандартный состав
- д) стабильность при хранении
- е) доступность

8. Процесс культивирования микроорганизмов, в течение которого питательные вещества в среду дополнительно не вводятся, а продукты обмена не удаляются:

- а) полупериодический

- б) отъемно-доливной
- в) периодический
- г) непрерывный

9. Микроорганизмы, являющиеся прокариотами:

- а) бактерии
- б) вирусы
- в) простейшие
- г) грибы

10. Процесс культивирования микроорганизмов при постоянном добавлении в биореактор среды и выведения такого же объема суспензии:

- а) полупериодический
- б) отъемно-доливной
- в) периодический
- г) непрерывный
- д) многоциклический

**11. Продуктами вторичного метаболизма являются
УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ДВУХ НАИМЕНОВАНИЙ**

- а) ферменты
- б) антибиотики
- в) токсины
- г) аминокислоты
- д) нуклеотиды

12. Аппарат для культивирования микроорганизмов, в котором протекают ферментативные биохимические реакции при участии живых клеток

- а) аспиратор
- б) флотатор
- в) ферментер
- г) автоклав
- д) экстрактор

13. Недостаток ферментеров с подводом энергии к газовой фазе:

- а) сложная конструкция (наличие трущихся, движущихся узлов)
- б) низкая эксплуатационная надежность
- в) не очень высокие массообменные характеристики
- г) высокие удельные затраты энергии

14. Основное преимущество микробиологического способа получения аминокислот перед химическим:

- а) простая организация микробного производства
- б) синтез оптически чистых L-аминокислот
- в) получение рацемической смеси L- и D-аминокислот

15. Микроорганизмы, являющиеся продуцентами при промышленном получении липидов:

- а) водоросли
- б) бактерии
- в) дрожжи
- г) плесневые грибы

16. Этап получения эргостерина в производственных условиях, отсутствующий в технологиях получения других витаминов:

- а) размножение исходной культуры
- б) ферментация
- в) облучение ультрафиолетовыми лучами
- г) высушивание
- д) упаковка целевого продукта.

17. Производство витамина В₁₂ основано главным образом на культивировании этих микроорганизмов:

- а) пропионовокислые бактерии
- б) дрожжи
- в) молочнокислые бактерии
- г) плесневые грибы

18. Основную часть ферментов, получаемых промышленным способом, составляют:

- а) гидролазы
- б) трансферазы
- в) изомеразы
- г) лиазы

19. Самое большое количество (свыше 70%) антибиотиков, выпускаемых промышленностью и широко применяемых, синтезируется этими микроорганизмами:

- а) бактерии
- б) актиномицеты
- в) дрожжи
- г) плесневые грибы

20. Активный процесс синтеза антибиотиков происходит в эту фазу:

- а) метафаза
- б) тропофаза
- в) идиофаза
- г) анафаза
- д) профаза

21. Обозначьте очередность технологических операций процесса производства белковых препаратов микробным синтезом.

- а) подготовка сырья, приготовление питательных сред, выделение биомассы, плазмолиз клеток, культивирование микроорганизмов, сушка биомассы, фасовка и упаковка готового препарата;
- б) подготовка сырья, приготовление питательных сред, культивирование микроорганизмов, плазмолиз клеток, сушка биомассы, выделение биомассы, фасовка и упаковка готового препарата;
- в) подготовка сырья, приготовление питательных сред, культивирование микроорганизмов, выделение биомассы, плазмолиз клеток, сушка биомассы, фасовка и упаковка готового препарата;
- г) приготовление питательных сред, культивирование микроорганизмов, выделение биомассы, подготовка сырья, плазмолиз клеток, сушка биомассы, фасовка и упаковка готового препарата;
- д) подготовка сырья, приготовление питательных сред, культивирование микроорганизмов, выделение биомассы, плазмолиз клеток, сушка биомассы, фасовка и упаковка готового препарата;

22. Фильтры предварительной очистки воздуха устанавливают

- а) после компрессора
- б) перед компрессором
- в) перед ферментатором
- в) после влагоотделителя

23. Биосинтез антибиотиков, используемых как лекарственные вещества, усиливается и наступает раньше на средах

- а) богатых источниками азота
- б) богатых источниками углерода
- в) богатых источниками фосфора
- г) бедных питательными веществами

24. Экстракция каротина из высушенной биомассы осуществляется

- а) подсолнечным маслом
- б) вазелиновым маслом
- в) летучим органическим растворителем
- г) раствором щелочи
- д) раствором кислоты

25. Поверхностно-активные вещества применяют с целью:

- а) стимуляции роста микроорганизмов;
- б) стерилизации;
- в) пеногашения;
- г) выделения микроорганизмов.

**26. Для отделения мелких частиц и разделения растворов используют мембранные методы
УКАЖИТЕ НЕ МЕНЕЕ ТРЁХ ТАКИХ МЕТОДОВ**

- а) диализ
- б) ультрафильтрация
- в) высаливание
- г) флотация

д) обратный осмос

27. Аналогами митохондрий в клетках бактерий являются

- а) мезосомы
- б) нуклеоид
- в) рибосомы
- г) лизосомы
- д) вакуоли

28. По характеру вызываемых превращений ферменты разделены на шесть классов.

Установите СООТВЕТСТВИЕ ДЛЯ КАЖДОГО НУМЕРОВАННОГО ЭЛЕМЕНТА ЗАДАНИЯ

Класс ферментов	Катализируемая реакция
а) оксидоредуктазы	1) перенос атомов водорода или электронов
б) трансферазы	2) перенос групп атомов
в) гидролазы	3) гидролиз сложных органических соединений в присутствии воды
	4) негидролитическое отщепление различных групп от молекулы субстрата

29. Образование каротиноидов у многих микроорганизмов происходит при определённых условиях

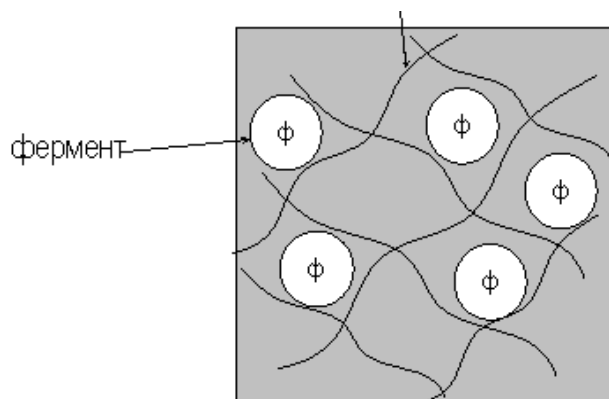
УКАЖИТЕ ДВА НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЯ

- а) истощение источников азота в среде
- б) низкое значение pH среды
- в) высокая концентрация фосфора в среде
- г) затухание роста биомассы
- д) высокая температура

30. Существуют физические и химические методы иммобилизации ферментов.

Укажите, какой тип связывания ферментов представлен на рисунке

- а) адсорбция на нерастворимых носителях,
- б) включение в поры геля,
- в) отделение фермента с помощью полупроницаемой мембраны,
- г) использование двухфазной реакционной среды



**10.3.2 Критерии оценки
ответов на тестовые вопросы заключительного тестирования**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

11. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется

учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Предусмотренная рабочей учебной программой учебная и учебно-методическая литература размещена в фондах НСХБ и/или библиотеке обеспечивающей преподавание кафедры.

Учебно-методические материалы для обеспечения самостоятельной работы обучающихся размещены в электронном виде в ИОС ОмГАУ-Moodle (URL: <http://do.omgau.ru>), где:

- обучающийся имеет возможность работать с изданиями ЭБС и электронными образовательными ресурсами, указанными в рабочей программе дисциплины, отправлять из дома выполненные задания и отчёты, задавать на форуме вопросы преподавателю или сокурсникам;
- преподаватель имеет возможность проверять задания и отчёты, оценивать работы, давать рекомендации, отвечать на вопросы (обратная связь), вести мониторинг выполнения заданий (освоения изучаемых разделов) по конкретному студенту и группе в целом, корректировать (в случае необходимости) учебно-методические материалы.

ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины Б1.О.36 Научные основы микробного синтеза	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
1	2
Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011479-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1062271 . – Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. - 451 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011480-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1062268 . – Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Шуваева, Г. П. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) : учеб. пособие / Шуваева Г. П. , Свиридова Т. В. , Корнеева О. С. , Мальцева О. Ю. , Мещерякова О. Л. , Мотина Е. А. - Воронеж : ВГУИТ, 2017. - 315 с. - ISBN 978-5-00032-239-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000322390.html . - Режим доступа : по подписке.	http://www.studentlibrary.ru
Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. - 415 с. (Питание) - ISBN 978-5-379-00089-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785379000899.html . - Режим доступа : по подписке.	http://www.studentlibrary.ru
Никифорова, Т. А. Биоконверсия растительного сырья : учебное пособие / Никифорова Т. А. , Волошин Е. В. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 129 с. - ISBN 978-5-7410-1781-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017814.html . - Режим доступа : по подписке.	http://www.studentlibrary.ru
Ксенофонтов, Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учебное пособие / Б. С. Ксенофонтов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 221 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0615-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1030237 . – Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Химический состав российских пищевых продуктов [Текст] : справочник / Ин-т питания РАМН ; ред.: Е. М. Скурихин, В. А. Тутельян. - Москва : ДеЛи принт, 2002. - 236 с. : табл. - ISBN 5-94343-028-8.	НСХБ
Биотехнология. — Москва : Курчатовский институт, 1985. — . — Выходит 6 раз в год. — ISSN 0234-2758. — Текст : непосредственный.	НСХБ
Пищевая промышленность. — Москва : Пищевая промышленность, 1930. — . — Выходит ежемесячно. — ISSN 0235-2487. — Текст : непосредственный.	НСХБ

Форма титульного листа реферата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Факультет **наименование**

Кафедра **наименование**

Направление – (**код**) «(**наименование**)»

Реферат

по дисциплине **наименование**

на тему: _____

Выполнил(а): ст. _____ группы

ФИО _____

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО _____

Омск – _____ г.

Результаты проверки реферата					
№ п/п	Оцениваемая компонента реферата и/или работы над ним	Оценочное заключение преподавателя			
		по данной компоненте			
		Она сформирована на уровне			
		высоком	среднем	минимально приемлемом	ниже приемлемого
1	Соблюдение срока сдачи работы				
2	Оценка содержания рефе- рата				
3	Оценка оформления рефе- рата				
4	Оценка качества подготов- ки реферата				
5	Оценка выступления с до- кладом и ответов на вопро- сы				
6	Степень самостоятельности обучающегося при подготов- ке реферата				
Общие выводы и замечания по реферату					
Реферат принят с оценкой:		_____		_____	
		(оценка)		(дата)	
Ведущий преподаватель дисциплины		_____		_____	
		(подпись)		И.О. Фамилия	
Обучающийся		_____		_____	
		(подпись)		И.О. Фамилия	