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

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.2.3 Использование техники низких температур в биотехнологических процессах»

Направление подготовки
19.04.01 Биотехнология

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик (и):

профессор, к.т.н. / С.В. Белуков /

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

1. **Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине**

К основным целям освоения дисциплины «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» следует отнести:

– формирование знаний в области аппаратов, применяемых в биологических процессах;

– изучение процессов характерных для криобиологии;

– формирование знаний в области основных задач и проблем криобиологии.

К основным задачам освоения дисциплины «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» следует отнести:

– привитие навыков и выработка умения применять современные методы проектирования и расчета аппаратов для криобиологии;

– освоение особенностей низкотемпературного воздействия на биологические объекты;

– изучение способов хранения и транспортировки биологических объектов.

Обучение по дисциплине «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-4. Способен проводить подготовительные работы для осуществления биотехнологических процессов получения БАВ	ИПК-4.1. Знает технологию получения БАВ; правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных, вирусами; методы приготовления питательных сред; требования производственной санитарии, асептики, пожарной безопасности и охраны труда; методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента; правила работы с автоклавом; требования к стерилизации питательных сред; правила эксплуатации биотехнологического оборудования ИПК-4.2. Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов; отбирать образцы микроорганизмов, клеток растений и животных, вирусов из природной среды; производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры для проведения биотехнологического процесса; производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред; производить пересев инокулянта с целью выделения чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента для проведения биотехнологического процесса; проверять однородность чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента по морфологическим и физиологическим признакам; производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность ИПК-4.3. Владеет методами подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса; биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса; приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов заданного состава; выделение и поддержание чистых культур микроорганизмов – продуцентов БАВ; оживления культур

	микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов-продуцентов на твердые и жидкие питательные среды

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» взаимосвязана логически и содержательно-методически с дисциплинами:

- «Тепломассообмен и гидродинамика в биореакторах»;
- «Низкотемпературные технологии в производстве и хранении термолабильных биоматериалов»;
- «Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 часов).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			2	-
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	-
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	-
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-	-
1.3	Лабораторные занятия	18	18	-
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**	-
3	**Промежуточная аттестация**			-
	экзамен			-
	Итого	**72**	**72**	-

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	Тема 1. Введение в использование техники низких температур в биотехнологических процессах	6	2	-	-	-	4
2.	Тема 2. Области применения техники низких температур в биотехнологических процессах. Цели и задачи	8	2		2	-	4
3.	Тема 3. Низкотемпературные методы в биотехнологии	10	4		2	-	4

4.	Тема 4. Факторы, влияющие на выживаемость микроорганизмов при действии низких температур	12	2		4	-	6
5.	Тема 5. Криогранулирование в биотехнологических процессах	8	2		2	-	4
6.	Тема 6. Криоконцентрирование в биотехнологических процессах	10	2		4	-	4
7.	Тема 7. Сублимационное обезвоживание в биотехнологических процессах	8	2		2	-	4
8.	Тема 8. Аппаратурное оформление низкотемпературных процессов в биотехнологии	10	2		2	-	6
	Итого	**72**	**18**	**-**	**18**	**-**	**36**

3.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в использование техники низких температур в биотехнологических процессах

Техника низких температур в биотехнологии. Термостатирование. Кристаллизация, сублимирование, криогранулирование, криоконцентрирование.

Тема 2. Области применения техники низких температур в биотехнологических процессах. Цели и задачи

Непрерывные холодильные цепи. Хранение и транспортирование биологически активных метериалов, цели и задачи. Программы замораживания.

Тема 3. Низкотемпературные методы в биотехнологии

Особенности низкотемпературных методов в различных биотехнологических производствах. Примеры биотехнологических производств, использующих технику низких температур для получения целевых продуктов.

Тема 4. Факторы, влияющие на выживаемость микроорганизмов при действии низких температур

Факторы, влияющие на выживаемость микроорганизмов при действии низких температур. Тип и штамп микроорганизмов, плотность популяции, условия культивирования, фаза и скорость роста, скорость охлаждения, состав среды замораживания, параметры хранения, условия размораживания клеточной суспензии.

Тема 5. Криогранулирование в биотехнологических процессах

Криогранулирование. Области применения в различных биотехнологических производствах, задачи, получение целевых продуктов. Аппаратурное оформление. Примеры производств.

Тема 6. Криоконцентрирование в биотехнологических процессах

Криоконцентрирование в биотехнологических производствах, задачи, получение целевых продуктов. Аппаратурное оформление. Примеры производств.

Тема 7. Сублимационное обезвоживание в биотехнологических процессах

Сублимационное обезвоживание в биотехнологических производствах, задачи, получение целевых продуктов. Аппаратурное оформление. Примеры производств.

Тема 8. Аппаратурное оформление низкотемпературных процессов в биотехнологии

Аппаратурное оформление низкотемпературных процессов в биотехнологии. Холодильные машины, параметры, характеристики, назначение. Концентраторы. Кристаллизаторы.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские занятия

Тема 2. Области применения техники низких температур в биотехнологических процессах. Цели и задачи

Тема 3. Низкотемпературные методы в биотехнологии

Тема 4. Факторы, влияющие на выживаемость микроорганизмов при действии низких температур

Тема 5. Криогранулирование в биотехнологических процессах

Тема 6. Криоконцентрирование в биотехнологических процессах

Тема 7. Сублимационное обезвоживание в биотехнологических процессах

Тема 8. Аппаратурное оформление низкотемпературных процессов в биотехнологии

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 1. Изучение параметров криогранулирования и оценка криорезистентности термолабильных биологических объектов промышленных штаммов прокариот (6 часов).

Тема 2. Изучение параметров криогранулирования и оценка криорезистентности термолабильных биологических объектов промышленных штаммов дрожжевых и мицелиальных грибов (6 часов).

Тема 3. Подбор параметров программного управления процессом фазового перехода со сменой агрегатного состояния посредством криогранулирования биомассы термолабильных биологических объектов промышленных штаммов прокариот (6 часов).

Тема 4. Подбор параметров программного управления процессом фазового перехода со сменой агрегатного состояния посредством криогранулирования биомассы термолабильных биологических объектов промышленных штаммов эукариот (6 часов)..

Тема 5. Изучение сравнительных характеристик формы и вида контейнера и геометрических параметров на криорезистентность различных термолабильных промышленных штаммов прокариот (4 часа).

Тема 6. Изучение сравнительных характеристик формы и вида контейнера и геометрических параметров на криорезистентность различных термолабильных промышленных штаммов эукариот (4 часа).

Тема 7. Сочетание процессов замораживания-размораживания на жизнеспособность и биологическую активность промышленных штаммов-продуцентов биологически активных соединений (4 часа).

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. Семенов Г.В., Краснов И.С. Сублимационная сушка пищевых продуктов. – М: ДеЛи плюс, 2018г. – 293 с.

2. Филин Н.В., Белуков С.В. Процессы и аппараты жидкостных систем: Учебное пособие/Сочи, ООО «Стерх», 2012. – 468 с.

3. Семенов Г.В. Вакуумная сублимационная сушка. – М: ДеЛи плюс, 2013г. – 264 с.

4.2. Дополнительная литература

1. Аметистов Е.В. Основы теории теплообмена: Учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 247 с.
2. Усюкин И.П. Установки, машины и аппараты криогенной техники. М.: Пищевая промышленность, ч.2, 1982, 296 с
3. Аметистов Е.В., Клименко В.В., Павлов Ю.М. Кипение криогенных жидкостей. М: Энергоатомиздат, 1995. – 400 с.
4. Справочник по физико-техническим основам криогеники/ Под. Ред. Малкова М.П. – 2-е изд. – М.: Энергия, 1975. – 432 с.
5. Филин Н.В Криогенные технологии в решении актуальных задач техники и проблем экологии. – М.:МГУИЭ, 2006. – 130 с.
6. Будрик В.В. Физические основы криометодов в медицине. Учебное пособие. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 136 с.
7. Архаров А.М., Филин Н.В., Шургальский Э.Ф. и др. Криогенные системы. Том 2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем. М: Машиностроение 1999 - 720 с.
8. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии: Учеб. пособие для вузов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 592 с.
9. Аметистов Е.В., Блаженков В.В., Городов А.К. и др. Монодиспергирование вещества: принципы и применение. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 336 с.
10. Аметистов Е.В., Дмитриев А.С. Монодисперсные системы и технологии. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 392 с.

4.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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

4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для лекционных и семинарских занятий кафедры «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы Ав2214. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 2)).

При кафедре «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 2)) для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

Лаборатория для практических занятий кафедры «ХимБиотех» Ав5203 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)).

При кафедре «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы,

оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением

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

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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

– работа на семинарах по получению знаний в области «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах».

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

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

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

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала,

подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

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

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

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

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

6.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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

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

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

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

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

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и

много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду

	показателей, студент испытывает значительные затруднения при *оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3. Оценочные средства

Задания в открытой форме

1. Техника низких температур в биотехнологии.
2. Термостатирование. Кристаллизация, сублимирование, криогранулирование, криоконцентрирование.
3. Непрерывные холодильные цепи.
4. Хранение и транспортирование биологически активных материалов, цели и задачи.
5. Программы замораживания биологических объектов.
6. Особенности низкотемпературных методов в различных биотехнологических производствах.
7. Биотехнологические производства, использующие технику низких температур для получения целевых продуктов.
8. Факторы, влияющие на выживаемость микроорганизмов при действии низких температур.
9. Особенности чувствительности различных видов микроорганизмов на процесс замораживания.
10. Влияние плотности популяции на скорость охлаждения биомассы клеток продуцентов производства
11. Влияние условий культивирования, фаз роста продуцентов на скорость охлаждения биомассы клеток продуцентов производства.
12. Влияние состава среды замораживания на параметры хранения, условия размораживания клеточной суспензии.
13. Криогранулирование. Области применения в различных биотехнологических производствах, задачи, получение целевых продуктов.
14. Аппаратурное оформление производственного процесса с использованием криогранулирования.
15. Сублимационное обезвоживание в биотехнологических производствах, задачи для получения целевых продуктов.
16. Аппаратурное оформление сублимационных процессов. Примеры производств.
17. Холодильные машины, параметры, характеристики, назначение. Концентраторы. Кристаллизаторы.
18. Низкотемпературные технологии как инструмент формирования структурно-функциональных свойств целевых продуктов.
19. Цели использования сублимационного обезвоживания в промышленной биотехнологии?
20. Цели использования газификатора криогенных жидкостей?
21. Дайте характеристику криогенных жидкостей. Токсичность криогенных жидкостей, ограничения использования криогенных жидкостей в качестве хладоагента из-за токсичности?

22. Укажите аппаратуру хранения штаммов микроорганизмов при использовании низких температур?
23. Понятие скорость охлаждения и фазовый переход. Использование криопротекторов в качестве защитных средств?
24. Значение геометрической формы исходного продукта для обеспечения высокой линейной скорости охлаждения при одинаковых размерах?
25. Использование жидкого азота как хладогена: необходимые параметры контроля при использовании.

Тестовые вопросы по дисциплине

Вопрос 1. Где используется техника низких температур в биотехнологии?
А. Концентрирование продукта
Б. Выделение целевого продукта
В. Консервации
Г. При ферментации

Вопрос 2. Что дало импульс в применении низких температур в биотехнологии?
А. Получение жидкого азота
Б. Получение жидкого гелия
В. Получение жидкого водорода

Вопрос 3. Где происходит хранение штамов микроорганизмов при использовании низких температур?
А. В криобанках
Б. В специальных лабораториях
В. В вакуумных хранилищах

Вопрос 4. С какой целью используется криоконцентрирование в промышленной биотехнологии?
А. С целью повышения концентрации целевого продукта и как следствие уменьшения транспортных расходов
Б. Улучшению количества продукта
В. Уменьшение энергозатрат

Вопрос 5. С какой целью используется сублимационное обезвоживание в промышленной биотехнологии?
А. Выделение целевого продукта
Б. Длительное хранение целевого продукта
В. Увеличение производительности

Вопрос 6. С какой целью используется криогранулирование в промышленности?
А. Для криоконсервации целевого продукта
Б. Для дальнейшего использования в сублимационном обезвоживании
В. С дальнейшим повышением производительности

Вопрос 7. Какие факторы влияют на выживаемость микроорганизмов при действии низких температур?
А. Тип, штамп микроорганизмов, условия культивирования, фаза и скорость роста, скорость охлаждения и скорость фазового перехода
Б. Состав среды замораживания, температуры хранения, условия замораживания
В. Производительность

Г. Конструкционные особенности аппаратов

Вопрос 8. Какие параметры культивирования влияют на выживаемость при действии низких температур?
А. Температура культивирования
Б. pH
В. Аэрирования клеток
Г. Объем культивирования

Вопрос 9. Какие негативные аспекты применения криопротекторов в качестве состава среды замораживания?
А. Токсичность
Б. Мутация
В. Летальный исход

Вопрос 10. При какой скорости охлаждения и фазового перехода большинство криопротекторов проявляют свои защитные свойства?
А. Медленной
Б. Высокой
В. Сверхвысокой

Вопрос 11. Какие параметры фазового перехода в твердое влияют на конечное качество цельного продукта?
А. Коэффициенты теплоотдачи, теплопроводности, характеристик размера, разности температур
Б. Производительности
В. Геометрической формы

Вопрос 12. Какая геометрическая форма исходного продукта обеспечивает высокую линейную скорость при одинаковых приведенных размерах?
А. Сфера
Б. Цилиндр
В. Пластина

Вопрос 13. Какая типовая изоляция применяется или не применяется в сосудах и емкостях в криогрануляторах, криконцентраторах и установках сублимационного обезвоживания?
А. Без изоляции
Б. Порошковая
В. Вакуумная
Г. Экранно-вакуумная

Вопрос 14. Какое оптимальное отношение внутреннего диаметра d и внешнего D с изоляцией для сосудов цилиндрической формы?
А. d_{min} = 0.6D
Б. d_{min} = 1.0D
В. d_{min} = 1.5D

Вопрос 15. Какая оптимальная толщина изоляции для сосудов цилиндрической формы?
А. δ_{min} = 0.2D
Б. δ_{min} = 0.4D
В. δ_{min} = 0.6D

Вопрос 16. Какое оптимальное отношение внутреннего диаметра d и внешнего D с изоляцией для сосудов цилиндрической формы?
А. d_{min} = 2/3D
Б. d_{min} = 0.5D
В. d_{min} = 3/4D

Вопрос 17. Какая оптимальная толщину δ изоляции для сосудов цилиндрической формы?
А. δ_{min} = 0.165D
Б. δ_{min} = 0.2D
В. δ_{min} = 0.3D

Вопрос 18. За каким параметром необходимо следить в лаборатории при использовании жидкого азота?
А. % соотношения азота и кислорода
Б. Давление
В. Температура

Вопрос 19. Можно ли контактировать с охлажденными жидким азотом, соприкасаясь с металлическими конструкциями?
А. Нет, нельзя
Б. Можно
В. В защитных перчатках, в короткий промежуток времени

Вопрос 20. Какая криогенная жидкость не может быть использована в качестве хладоагента из-за своей токсичности?
А. Фтор
Б. Гелий
В. Кислород
Г. Водород

Вопрос 21. Какую криогенную жидкость не желательно использовать в качестве хладоагента из-за ее пожаро-и взрывоопасности?
А. Кислород
Б. Азот
В. Водород
Г. Аргон

Вопрос 22. Кто допускается к работе с криогенными продуктами?
А. Сотрудник в спецодежде и прошедший соответствующий инструктаж
Б. Имеющие удостоверение техника
В. Имеющие диплом бакалавра

Вопрос 23. Почему с жидким азотом необходимо обращаться осторожно?
А. При попадании на кожу вызывает ожоги
Б. Токсичен
В. Пожаро- и взрывоопасен

Вопрос 24. На что необходимо обратить внимание при работе с емкостями жидкого азота?
А. Исправность газосброса и предохранительных устройств
Б. Заполнения объема
В. Исправность изоляции

Вопрос 25. На что необходимо обратить внимание при эксплуатации криогенных газовых баллонов?
А. Срок проверки
Б. Исправность штуцера
В. Цвет баллона
Г. Размер баллона

Вопрос 26. Для чего используется газификатор криогенных жидкостей?
А. Для уменьшения трансферных расходов
Б. Улучшения качества криогенных продуктов
В. Снижения количества обслуживающего персонала

Вопрос 27. Почему сублимационная сушка предпочтительнее паровой сушки?
А. Из-за термолабильности микроорганизмов
Б. Из-за понижения производительности
В. Из-за понижения параметры качества целевого продукта

Вопрос 28. Какие инженерные методы применяют при масштабировании аппаратов техники низких температур в биотехнологии?
А. Методы подобия
Б. Гидромеханические
В. Тепловые

Вопрос 29. Какие устройства необходимо использовать для компенсации температурного напряжения при использовании техники низких температур?
А. Сильфон
Б. Температурный мостик
В. Мембрана

Вопрос 30. Какие основные материалы используются для аппаратов сублимации, криогрануляции и криоконцентрации в биотехнологии?
А. Сталь
Б. Алюминий
В. Чугун
Г. Медь

Ключ к тесту

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