

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
Дата подписания: 24.10.2024 14:20:43
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)
Биолого-химический факультет

Кафедра ботаники и прикладной биологии

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной деятельности
«10» июня 2020 г.

Начальник управления

/М.А. Миненкова/

Одобрено учебно-методическим советом
Протокол «13» июня 2020 г. № 4

Председатель

/Г.Е. Суслин/



Рабочая программа дисциплины

МИКРОБИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки
44.03.05 Педагогическое образование

Профиль:
Биология и химия

Квалификация
Бакалавр

Форм обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
Биолого-химического факультета

Протокол «8» июня 2020 г. № 8

Председатель УМКом

/И.Ю. Лялина/

Рекомендовано кафедрой ботаники и при-
кладной биологии

Протокол «25» мая 2020 г. № 9

И.о. зав. кафедрой

/А.В. Поляков/

Мытищи

2020

Автор—составитель:

Поляков А.В. доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и прикладной биологии

Рабочая программа дисциплины Микробиология и биотехнология составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 125 от 22.02.2018 г.

Дисциплина входит в обязательную часть блока 1.

год начала подготовки 2020

Оглавление

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	5
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	6
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	27
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	28

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1.Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование систематизированных знаний в области микробиологии и биотехнологии.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов, как с традиционными микробиологическими технологиями, так и с новейшими, основанными на достижениях генной и клеточной инженерии;
- обучить студентов методам и приемам, позволяющим получать биологически активные соединения (ферменты, гормоны, аминокислоты, вакцины, лекарственные препараты);
- обучить студентов способам создания новых форм организмов биотехнологическими методами.

1.2.Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК – 8 - Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 и является обязательной дисциплиной. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения на предыдущем уровне образования таких дисциплин, как «Ботаника», «Зоология».

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1.Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Объем дисциплины
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	54,2
Лекции	18
Лабораторные занятия	36
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	10
Контроль	7,8
Форма промежуточной аттестации:	Зачет в 5 семестре

3.2.Содержание дисциплины

Наименование тем дисциплины с кратким содержанием	Количество часов	
	лекции	лабораторные занятия
Раздел 1. Раздел 1. Общие представления о микробиологии и биотехнологии. Основные понятия и термины, история развития		
Тема 1. Основные направления развития микробиологии и биотехнологии. Объекты микробиологии и биотехнологии. Строение, морфология, физиология и размножение бактерий. Строение, морфоло-	2	4

гия ДНК- и РНК- вирусов. Патогенные грибы- строение, патогенез. Клеточные методы биотехнологии.		
Раздел 2. Основные объекты биотехнологии и их народнохозяйственное значение		
Тема 1. Вирусы. ДНК-геномные вирусы. РНК-геномные вирусы. Онкогенные вирусы.	2	4
Тема 2. Бактерии. Строение клетки. Морфология бактерий. Микрофлора почвы, воды, воздуха бытовых и медицинских объектов, организма животных и человека. Понятие дезинфекции и стерилизации. Асептика и антисептика. Методы контроля эффективности стерилизации и дезинфекции. Микрофлора организма человека и её функции.	4	8
Тема 3. Грибы. Биология патогенных грибов, методы их культивирования. Патогенез микозов. Системные микозы.	2	8
Тема 4. Высшие растения <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>. Культура клеток и тканей. Подготовка и стерилизация помещений, рабочих инструментов, эксплантов. Особенности введения в культуру <i>in vitro</i> эксплантов. Пересадка регенерантов. Адаптация регенерантов к условиям <i>in vivo</i> .	4	8
Тема 5. Животные <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>. Культура фибропластов. Стволовые клетки. Клонирование животных.	4	6
Итого:	18	36

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчетности
1.Вирусные заболевания человека, животных, растений и других организмов	профилактика и лечение вирусных заболеваний	2	интернет, конспекты лекций, учебники	материально-техническая база кафедры, учебная и научная литература	доклад, реферат, презентация
2..Классификация, идентификация бактерий и их взаимодействие с другими организмами	применение бактерий для очистки сточных вод	2	интернет, конспекты лекций, учебники	материально-техническая база кафедры, учебная и научная литература	доклад, реферат, презентация
3. Классификация, идентификация	применение грибов для утилизации твердых бытовых	2	интернет, конспекты лекций, учебники	материально-техническая база ка-	доклад, реферат, презентация

грибов и их взаимодействие с другими организмами	отходов			федры, учебная и научная литература	
4. Биотехнологические способы создания новых форм растений	перспективы использования генетически модифицированных растений в мире и Российской Федерации	2	интернет, конспекты лекций, учебники	материально-техническая база кафедры, учебная и научная литература	доклад, реферат, презентация
5. Биотехнологические способы создания новых пород животных	создание пород животных с помощью генетической трансформации	2	интернет, конспекты лекций, учебники	материально-техническая база кафедры, учебная и научная литература	доклад, реферат, презентация

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК – 8 - Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия) 2. Самостоятельная работа

5.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК - 8	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия) 2. Самостоятельная работа	Знать: - основные направления и методы современной микробиологии и биотехнологии, области их практического применения; - классификацию микробиологических организмов и их использование в качестве биотехнологических объектов. Уметь: - рассказать о биотехнологических	опрос, выполнение лабораторных занятий зачет	41-60

			процессах, основанных на применении различных биообъектов -прививать интерес обучающимся в процессе преподавания, используя знания современных научных достижений		
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия) 2. Самостоятельная работа	Знать: -основные направления и способы получения новых форм микроорганизмов, растений и животных; Уметь: - использовать современные научные достижения в области микробиологии и биотехнологии на внеклассных занятиях; - использовать полученные знания для составления программ по углубленному изучению биологии в школьном курсе. Владеть: -- методами наблюдения, описания, идентификации и классификации биологических объектов; - методами сбора и анализа информации о биологических объектах в различных источниках (учебных текстах справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах интернета) и критически ее оценивать.	доклад, презентация, реферат зачет	61 -100 баллов

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Строение бактериальной клетки. Морфология бактерий. Методы микроскопии бактериальной культуры: раздавленная капля, висючая капля, иммерсионная микроскопия.
2. Техника приготовления фиксированных препаратов. Простые и сложные методы окрашивания.
3. Техника посева и культивирования бактериальных культур.
4. Морфология бактерий: кокки, диплококки, тетракокки, сарцины, палочки, вибрионы.
5. Микрофлора почвы, воды, воздуха
6. ДНК-геномные вирусы. РНК-геномные вирусы. Онкогенные вирусы.
7. Биология патогенных грибов, методы их культивирования. Патогенез микозов. Системные микозы.
8. Культура клеток и тканей. Подготовка и стерилизация помещений, рабочих инструментов, эксплантов. Особенности введения в культуру *in vitro* эксплантов. Пересадка регенерантов. Адаптация регенерантов к условиям *in vivo*.
9. Животные *in vivo* и *in vitro*. Культура фибропластов. Стволовые клетки. Клонирование животных.

Примерный перечень вопросов для опроса и собеседования

1. Роль микроорганизмов в круговороте азота в природе.
2. Роль микроорганизмов в круговороте углерода в природе.
3. Химизм процесса нитрификации.
4. Химизм процесса денитрификации.
5. Понятие дезинфекции и стерилизации. Асептика и антисептика. Методы контроля эффективности стерилизации и дезинфекции
6. Схема получения гаплоидов в культуре микроспор.
7. Современные способы получения отдаленных гибридов растений.
8. Клональное размножение растений из апикальных меристем.
9. Клональное размножение растений из каллуса.
10. Клональное размножение растений из пазушных почек.
11. Клональное размножение растений из цветоложа.
12. Получение генетически модифицированных растений.
13. Криосохранение растений.
14. Клеточная селекция растений.
15. Получение генетически модифицированных животных.
16. Технологии утилизации твердых отходов.
17. Способы очистки сточных вод.
18. Достижения в области биогеотехнологий.

Примерные темы докладов и презентаций

1. История микробиологии. Основные этапы и события.
2. Микроорганизмы как источник первичных метаболитов: производство аминокислот, витаминов, органических кислот.
3. Морфология микроорганизмов.
4. Современные способы производства биологически активных веществ.
5. Строение ДНК- и РНК- содержащих вирусов. Отличия и сходства.
6. Производство антибиотиков.
7. Производство стероидов.
8. Производство биогаза.
9. Производство этанола.
10. Биологические удобрения на основе микроорганизмов.
11. Биотехнология производства вакцин.
12. Генно-инженерной технологии в растениеводстве.
13. Биобезопасность использования трансгенных растений.
14. Перспективы использования трансгенных животных.

Примерные темы рефератов

1. История микробиологии. Основные этапы и события.
2. Размножение микроорганизмов для производства биотехнологических препаратов.
3. Предмет и задачи микробиологии ее роль в современной биологии и промышленности.
4. Взаимоотношения между микроорганизмами: симбиоз, метаболизм, антагонизм.
5. Сырье для микробиологических предприятий.
6. Современная классификация микроорганизмов.
7. Типы углеродного питания микроорганизмов.
8. Современные методы изучения различных штаммов организмов
9. Влияние внешних факторов на рост и размножение микроорганизмов.
10. Патогенные микроорганизмы. Имунитет. Применение вакцин и сывороток.
11. Проблемы растениеводства и меры их преодоления.
12. Использование генно-инженерной технологии в растениеводстве.
13. Биodeградация пестицидов.

14. Биологическая защита растений от вредителей и патогенов.
15. Биологические удобрения.
16. Способы создания генетически модифицированных растений.
17. Способы создания генетически модифицированных животных.
18. Способы утилизации твердых бытовых отходов.
19. Способы очистки сточных вод животноводческих комплексов
20. Переработка органических отходов сельскохозяйственных предприятий в биогаз.

Примерные вопросы зачета

1. Участие микроорганизмов в круговороте азота в природе.
2. Азотфиксаторы, несимбиотические и симбиотические. Химизм процессов азотфиксации. Биотехнологические схемы производства.
3. Нитрификаторы, характеристика. Химизм процесса нитрификации. Биотехнологические схемы производства.
4. Денитрификаторы, характеристика. Химизм процесса денитрификации. Биотехнологические схемы производства.
5. Общая схема типов углеродного питания в микробиологии.
6. Схема получения генетически модифицированных растений.
7. Способы получения гаплоидных растений.
8. Способы получения отдаленных гибридов растений.
9. Способы получения генетически модифицированных животных.
10. Современные технологии утилизации твердых отходов.
11. Современные способы очистки сточных вод.
12. Перспективы применения биогеотехнологий в народном хозяйстве.
13. Использование биоотходов для производства биогаза

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в «зачтено» / «не зачтено» (итоговая форма контроля – зачёт), по следующей схеме:

41 баллов и выше	«зачтено»
40 баллов и ниже	«не зачтено»

Текущий контроль освоения компетенций студентом оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутым. При этом учитывается посещаемость студентом лекций, лабораторных/практических занятий, активность студента на лабораторных/практических занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ (тестов), участие студентов в научной работе (например, написание рефератов, докладов и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

- контроль посещений – 20 баллов,
- опрос и собеседование – 20 баллов,
- лабораторные занятия - 20 баллов,
- реферат – 10 баллов,
- доклад и презентация – 10 баллов (1 доклад и 1 презентация),
- зачет – 10 баллов.

При проведении зачёта учитывается посещаемость студентом лекционных занятий, активность на практических занятиях, выполнение самостоятельной работы, отработка пропущенных занятий по уважительной причине:

15-20 баллов – регулярное посещение занятий, высокая активность на практических занятиях, содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

10-15 баллов – систематическое посещение занятий, участие на практических занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

5-10 балла – нерегулярное посещение занятий, низкая активность на практических занятиях, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

0-5 балла – регулярные пропуски занятий и отсутствие активности работы, студент показал незнание материала по содержанию дисциплины.

Для оценки рефератов используются следующие критерии:

10-8 баллов – содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

7-5 баллов – содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

4-2 балла – содержание не отражает особенности проблематики избранной темы, - содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

2-0 балла – работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.

Для оценки тестовых работ используются следующие критерии:

0-20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (2-балла); 30-50% - «удовлетворительно» (3-5 баллов); 60-80% - «хорошо» (6-8 баллов); 80-100% – «отлично» (8-10 баллов).

Шкала оценивания опроса и собеседования

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Опрос и собеседование	Свободное владение материалом	4
	Достаточное усвоение материала	3
	Поверхностное усвоение материала	1
	Неудовлетворительное усвоение материала	0

Максимальное количество баллов – 20 (по 4 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания доклада

Показатель	Ба лл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	5
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	2
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Шкала оценивания презентации

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии Power Point.	5
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в Power Point (не более двух).	2
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии Power Point использованы лишь частично.	1

Шкала оценивания выполнения лабораторных работ

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Выполнение лабораторных работ	Лабораторные работы выполнены полностью и без существенных ошибок, правильно оформлены в рабочей тетради	16-20
	Лабораторные работы выполнены частично (40%-80%) либо с небольшими нарушениями методики выполнения и оформления работы в рабочей тетради или работы выполнены не вовремя, а в индивидуальном порядке вследствие их пропуска по уважительным причинам	12-16
	Лабораторные работы выполнены менее чем на 40% или содержит грубые ошибки	8-12
	Выполнены единичные работы	1-8
	Работы не выполнены	0

Шкала оценивания ответа на зачете

Показатель	Балл
Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом,	10

Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений.	
Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	8
Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	4
Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	0

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература:

1. Биотехнология: учебник и практикум для вузов в 2-х ч. / под ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — Текст : электронный. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/biotehnologiya-v-2-ch-chast-1-437436>
<https://biblio-online.ru/book/biotehnologiya-v-2-ch-chast-2-437564>
2. Леонова, И.Б. Основы микробиологии [Текст] : учебник и практикум для вузов. - М. : Юрайт, 2018. - 299с.
3. Чечина, О. Н. Общая биотехнология: учеб. пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 231 с.— Текст: электронный. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/obschaya-biotehnologiya-424757>

6.2. Дополнительная литература

1. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 161 с. — Текст : электронный. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/biotehnologiya-rasteniy-437437>
2. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии [Электронный ресурс]: ч. I: нанотехнологии в биологии: учеб. пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. - М.: Прометей, 2013. - 262 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486>
3. Госманов, Р.Г. Микробиология и иммунология [Текст] : учеб. пособие / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимов, А. К. Галиуллин. - 2-е изд. - СПб. : Лань, 2013. - 240с.
4. Ксенофонтов, Б.С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - М.: ФОРУМ, 2015. - 224 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=482844>
5. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) : учеб. пособие / ред. В.Н. Калаев. - Воронеж : Воронежский гос. университет инженерных технологий, 2017. - 317 с. – Текст: электронный. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482028>
6. Наквасина, М.А. Бионанотехнологии [Электронный ресурс]: достижения, проблемы, перспективы развития: учеб. пособие /М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов. - Воронеж: ВГУ, 2015. - 152 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441596>
7. Нетрусов, А.И. Введение в биотехнологию [Текст]: учебник для вузов. - М.: Академия, 2014. - 288с.
8. Орехов, С.Н. Биотехнология [Текст]: учебник для вузов / С. Н. Орехов, И. И. Чакалева. - М.: Академия, 2014. - 288с.
9. Фирсов, Г.М. Вирусология и биотехнология [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Фирсов Г.М., Акимов С.А., - 2-е изд. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. - 232 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=615175>

10. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология [Электронный ресурс]: учеб. пособие: ч.1. - СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. - 128 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.bestlibrary.ru> On–line библиотека

<http://www.lib.msu.su/> научная библиотека МГУ

<http://www.vavilon.ru/> Государственная публичная научно–техническая библиотека России

<http://www.edic.ru> Электронные словари

<http://cookup.ru/>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации к лекциям

Лекция представляет собой логическое изложение материала в соответствии с планом лекции, который сообщается студентам в начале каждой лекции, и имеет законченную форму, т. е. содержит пункты, позволяющие охватить весь материал, который требуется довести до студентов. Содержание каждой лекции имеет определенную направленность и учитывает уровень подготовки студентов.

Студент должен иметь лекционную тетрадь. Пропущенные лекции студент восполняет конспектированием соответствующего раздела учебника.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия по курсу « Микробиология и биотехнология» проводятся в соответствии с учебным планом и на основе утвержденной рабочей программы дисциплины (РПД) по вычитанному на лекциях материалу и связаны с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Только после усвоения лекционного материала он закрепляется на лабораторных занятиях.

Целью лабораторных занятий является закрепление теоретических знаний через выполнение практических заданий, обсуждение актуальных вопросов и более детальной их проработки. Лабораторные задания представляют собой набор заданий и вопросов, соответствующих заявленной теме.

Особенность лабораторных занятий по дисциплине заключается в освоении приемов и получении навыков работы в стерильных условиях с микроорганизмами и тканями, органами растений. При этом предоставляется возможность освоить всю технологическую цепочку от введения растительного экспланта в стерильные условия, через индуцирование каллусогенеза, геммогенеза получить побеги, их укоренить и в конечном итоге адаптировать к обычным условиям среды. Благодаря такому подходу, осуществляется закрепление теоретического материала, расширяется научный кругозор и уровень знаний студентов. На занятиях преподаватель ориентирует студентов на самостоятельность при подготовке и выполнении ими лабораторных работ. Студентам заблаговременно сообщаются содержание и задачи предстоящего занятия. Перед началом работ проводится предварительная беседа по изучаемому материалу, к которой студенты готовятся, используя имеющиеся учебники и практикумы.

При подготовке к лабораторным занятиям нужно прорабатывать каждый изучаемый вопрос, исходя из теоретических положений курса. При проведении исследований необходимо изучить и записать в тетрадь ход проведения анализа. Преподаватель проверяет правильность заполнения тетради, при необходимости вносит корректировки.

При подготовке к коллоквиуму также следует прорабатывать каждый изучаемый вопрос.

Полезно составить краткий план решения вопроса. Решение проблемных вопросов следует излагать подробно, логические посылки и суждения располагать в строгом порядке. Выводы при необходимости нужно сопровождать примерами, комментариями, схемами и рисунками. Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, и по возможности с конкретными примерами и выводом. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять знания на практике, расширит научный кругозор, а также получит дополнительный стимул для активной проработки лекции.

Отработка студентами пропущенных занятий проводится по расписанию в специально установленные преподавателем часы. Преподаватель проводит беседу со студентами по теоретическому материалу занятия, и проверяет правильность выполнения практической части лабораторного занятия.

К сдаче зачета допускаются студенты, полностью выполнившие программу дисциплины.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РАБОТАМ, ПРОВОДИМЫМ В СТЕРИЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Многочисленными исследованиями показана перспективность использования *in vitro* технологий для получения оздоровленного посадочного, создания новых генотипов растений, криосохранения, идентификации и решения ряда других экономически значимых проблем. Однако для осуществления подобных задач необходимо соблюдать определенные условия, в частности работы следует выполнять в специализированных лабораториях, в составе которых имеется:

- моечная комната;
- помещение для приготовления питательных сред;
- помещение для стерилизации;
- операционная комната с ламинарными боксами;
- световая комната;
- подсобное помещение для хранения реактивов и материалов.

Очень важно при этом соблюдать чистоту при хранении стеклянных сосудов для культур, а также следить за тем, чтобы в среды не попадали следовые количества химических реактивов, например, с чаш весов или электродов pH – метра.

Световую комнату следует оборудовать устройствами для кондиционирования воздуха. В этой комнате основным физическим требованием для выращивания и поддержания растительных культур является контролируемая температура и освещенность. Колбы с растительным материалом удобнее всего располагать на полках с люминесцентными лампами. Такая система пригодна для выращивания культур в любом световом режиме. Для опытов устанавливается режим: освещенность 4 – 5 тыс. люкс, температура +20...+23⁰С, фотопериод: 16 часов – день и 8 часов – ночь.

В настоящее время для соблюдения стерильных условий при выполнении манипуляций с культурами *in vitro* широко используются ламинарные боксы. Стерильность обеспечивается с помощью бактериальных фильтров, установленных в ламинарном боксе, через которые нагревается воздух. За 30 – 60 минут до начала работы в ламинарном боксе на 15 – 30 минут включают УФ - лампы. Предварительно в ламинарном боксе размещают спиртовую горелку, спички, стакан с 96 % - м раствором этанола и стерильной водой, инструменты. Внутреннюю поверхность ламинарного бокса, спиртовку, пробирки с питательной средой протирают раствором 70 % - го этанола. Непосредственно перед работой необходимо тщательно вымыть руки с мылом, надеть стерильный халат и шапочку, протереть руки этанолом.

Лабораторная работа № 1

Мытье и стерилизация посуды

- посуду следует замачивать в баке с 15% раствором моющего средства (синтетическое моющее средство типа Fairy) не менее чем на 2 – 3 часа;
- тщательно промыть посуду с помощью ершика и моющего средства;
- тщательно ополоснуть посуду в проточной воде (не менее 10 раз);
- ополоснуть дистиллированной водой (не менее 3 раз);
- высушить в сушильном шкафу при 150 – 160⁰С в течение 2 часов.

Лабораторная работа № 2

Создание стерильных условий в операционной комнате

Необходимым условием работы с культурой изолированных тканей является соблюдение строгой стерильности. Для соблюдения условий асептики при выполнении работ по культивированию растений *in vitro* стерилизации должны подвергаться операционная комната, в которой производят изоляцию и посадку культур, одежда и руки работающего персонала, посуда, используемая для культивирования объектов, все необходимые инструменты и материалы, питательные среды, объекты культивирования. Как показывает практика, небрежность, допущенная при проведении эксперимента, даже при хорошей оснащенности рабочего места, сводит к нулю все затраченные усилия. Поэтому чистота гораздо важнее изысканного специального оборудования.

Ламинарные боксы в настоящее время вполне доступны и широко используются для стерильных пересадок при работе с культурой тканей. В ламинарных боксах асептика достигается подачей стерильного воздуха в рабочий объем. Ламинарные боксы, как правило, оснащены УФ лампами, обеспечивающими стерилизацию внутренней поверхности. Однако даже после этого рабочую поверхность перед использованием желательно протереть 70 %-ным этанолом или 20 %-ным водным раствором фенола.

Чистую посуду, предварительно завернутую в бумагу или фольгу, инструменты стерилизуют сухим жаром в сушильном шкафу при температуре 160⁰С в течение 2-х часов, а затем обрабатывают спиртом и обжечь.

Лабораторная работа № 3

Приготовление питательных сред

В комнате для приготовления питательных сред необходимо иметь технические и аналитические весы, рН – метр, холодильник, электрическую плитку, электрическую мешалку, шкафы для чистой посуды и химических реактивов.

В качестве основных ингредиентов питательных сред используют макро- и микросоли, витамины, органические вещества, регуляторы роста. Минеральный состав питательных сред должен обеспечивать сбалансированное и достаточное снабжение меристем необходимыми элементами питания. Для роста картофельных эксплантатов оптимальным является рН 5,7. При отклонениях рН необходимо довести до оптимума путем добавления 0,1 н КОН или 0,1 н НСl. Среда должна быть достаточно буферной, поскольку при культивировании меристем картофеля она будет подкисляться. Лучшей для культивирования меристем картофеля является среда с минеральной основой Мурасиге-Скуга.

СОСТАВ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД

Компоненты среды	Концентрация. мг/л				
	MSm (Masuda et al, 1981)	MS (Murashige, Skoog,	Б5м (Мезенцев, 1980)	Nitsc h (1969)	№ 6 (Данвелл, 1989)

		1962)			
NH ₄ NO ₃	412,5	1650	-	720	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	134	-	463
KNO ₃	2496,3	1900	2500	950	2830
KH ₂ PO ₄	170	170	-	68	400
CaCl ₂	332,2	332,2	113,2	166	125,3
MgSO ₄ x 7H ₂ O	370	370	250	185	185
Na H ₂ PO ₄	-	-	170	-	-
MnSO ₄ x 5H ₂ O	24,1	24,1	14,3	27	-
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	3	10	-
ZnSO ₄ x 7H ₂ O	10,6	10,6	2	10	-
KJ	0,83	0,83	0,75	-	0,8
CuSO ₄ x 5 H ₂ O	0,025	0,025	0,025	0,025	-
Na ₂ MoO ₄ x 2 H ₂ O	0,25	0,25	0,25	0,25	-
CoCl ₂ x 6 H ₂ O	0,025	0,025	0,025	-	-
FeSO ₄ x 7 H ₂ O	27,8	27,8	27,8	27,8	13,9
Na ₂ ЭДТА x 2 H ₂ O	37,3	37,3	37,3	37,3	18,65
Инозитол	100	100	100	100	-
Са - пантотенат	-	-	-	-	-
Никотиновая кислота	5	0,5	1	5	0,5
Рибофлавин	-	-	-	-	-
Пиридоксин HCl	0,5	0,5	1	0,5	0,5
Тиамин HCl	3	0,1	10	0,5	1
Аспарагин	-	-	-	-	-
Глицин	-	2	-	2	2
Глутамин	-	-	-	25	12,5
L- серин	-	-	-	125	62,5
Биотин	-	-	-	0,05	-
Фолиевая кислота	-	-	-	0,5	-
Гидролизат казеина	500	-	-	-	-
6- бензиладенин	-	-	-	-	-
Нафтилукусная кислота	-	-	-	-	-
Индолилукусная кислота	-	-	-	-	-
Глюкоза	-	-	-	-	-
Сахароза	30000	30000	20000	20000	10000 0
Агар "Difco"	7000	7000	7000	7000	7000
pH	5,7 – 5,8	5,8	6,0	5,5	5,8

Примечание: pH устанавливали перед автоклавированием 1N раствором NaOH

Из группы витаминов в среду добавляют пиридоксин (В₆) и В₁, аскорбиновую кислоту, биотин, мезоинозит, пантотенат Са, никотиновую кислоту (РР).

Необходимый компонент среды – сахароза – источник углеводного питания при выращивании меристем.

Положительное влияние на рост меристем оказывает добавление в среду источника аминокислот, например, гидролизата казеина.

Существенно улучшает рост меристем добавление в питательную среду регуляторов роста.

Обычно в среды добавляют регулятора роста из группы ауксинов – веществ, продуцируемых растущими верхушками стеблей и корней (?-индолил-3-уксусная кислота – ИУК) или синтетические аналоги ауксина: индолил-масляная кислота (ИМК), ?-нафтилуксусная кислота (?-ИУК) и 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4 Д). Физиологическую активность в растениях ауксин, добавленный извне, проявляет в низких концентрациях (0,005-10,0 мг/л). Основное действие ИУК, как к других ауксинов, сказывается на ризогенезе и дальнейшем росте корней; обычно применяется концентрация 1-2 мг. Активный стимулятор корнеобразования – ИМК используется в концентрации 0,1-1,0 мг/л; ?-ИУК – в концентрации 0,5-1 мг/л является стимулятором каллусо- и корнеобразования.

В ауксиновом обмене в растениях участвуют фенольные соединения, стимулирующие рост, а также способствующие лигнификации: феруловая кислота, конифиловый спирт, кофейная кислота.

Рост стеблей индуцируют гиббереллины. При опрыскивании проростка гиббереллином происходит вытягивание стеблей, но не увеличение числа междоузлий. Для гиббереллина характерно действие на клеточное деление в меристематических зонах, а не в дифференцированной ткани. Обычно применяется концентрация в питательных средах – 0,2 мг/л. Важным компонентом питательных сред являются цитокинины – фитогормоны, стимулирующие клеточное деление, способствующие дифференциации почек, вызывающие позеленение пожелтевших листьев, ингибирующие корнеобразование; применяемые концентрации – 0,02-0,1 мг/л.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки по приготовлению многокомпонентных питательных сред для культуры клеток и тканей растений.

Оборудование и материалы: весы технические, весы аналитические, рН-метр, химические реактивы.

Ход работы

На основе маточных растворов готовят питательную среду МС.

В химический стакан емкостью 250 мл помещают 3 г сахарозы, доливают дистиллированную воду примерно до 30 мл и после растворения сахарозы добавляют 10мл маточного раствора макросолей, 1мл микросолей, 1мл витаминов, 0,5 хелата железа, регуляторов роста. Доводят в мерном цилиндре объем раствора до 100 мл. Необходимо обязательно измерить рН раствора, который устанавливают на уровне 5,6 используя 0,1н. КОН или 0,1%-ный раствор НСl. В предварительно нагретую среду (60 – 70°C) добавляют 0,7 грамма агара и доводят до кипения периодически помешивая.

Горячую питательную среду разливают в пробирки примерно до 1/3 объема, закрывают ватно-марлевыми пробками или алюминиевой фольгой и стерилизуют в автоклаве при давлении 0,8—1 атм (температура 115—120 °С) в течение 20—25 мин в зависимости от объема.

Лабораторная работа № 4

Получение накопительных культур сенной и картофельной палочек

Накопительными называют культуры, в которых преобладает одна группа или даже один вид микроорганизма. Для получения накопительной культуры создают селективные условия, обеспечивающие преимущественное развитие лишь данной группы или данного вида микроорганизмов и неблагоприятные - для сопутствующих форм микробов.

Цель работы: получить накопительные культуры сенной (*Bacillus subtilis*) и картофельной (*Bacillus subtilis var mesentericus*) (*Bacillus subtilis*) палочек.

Оборудование и материалы: чашки Петри, конические колбы, ножницы, мел, вата, фильтровальная бумага, электроплитка.

Объект исследования: сено, клубни картофеля.

Ход работы.

Получение культуры сенной палочки (*Bacillus subtilis*). Сено из разнотравья мелко нарезают и помещают в колбу объемом 500 мл, заполняя ее на четверть объема, добавляют 100-150 мл воды и щепотку мела. Смесь кипятят 15-20 мин, пока среда не приобретет цвет настоя крепкого чая. Сенной отвар разливают в подготовленные конические колбы слоем 1-1,5 см, закры-

вают ватными пробками и помещают в термостат при температуре 25⁰С или вблизи радиатора центрального отопления.

Через двое суток на поверхности среды образуется беловатая пленка, состоящая из *Bacillus subtilis*, которая при старении на треть-четвертые сутки становится серовато-зеленоватой. Другие микроорганизмы при этом вырастают редко и в небольших количествах.

Получение культуры картофельной палочки (*Bacillus subtilis* var *mesentericus*).

Промытые клубни картофеля, не очищая, нарезают кружочками. Поверхность их натирают мелом для нейтрализации среды и помещают в чашки Петри на двойной слой фильтровальной бумаги, смоченной водой. Чашки ставят в термостат с температурой 27-30⁰С на трое-четверо суток. На поверхности ломтиков картофеля образуется плотная морщинистая пленка культуры картофельной палочки. Окраска пленки может быть разной: беловато-серой, розовой, желто-бурой, черной,- что зависит от разновидностей культуры, получившей преимущественное развитие.

Задание. Отметить интенсивность развития культур микроорганизмов, посмотреть их под микроскопом и зарисовать.

Лабораторная работа № 5

Антагонизм микроорганизмов

На микроорганизмы воздействуют не только абиотические факторы внешней среды, но и другие микроорганизмы, живущие в одной и той же среде. Взаимоотношения между ними могут быть разными: метабиоз, паразитизм, симбиоз, антагонизм. В случае антагонистических отношений микроорганизмы выделяют в окружающую среду продукты обмена веществ, которые могут угнетать рост других микроорганизмов, либо убивать их.

Цель работы: исследовать антагонистические отношения между различными группами микроорганизмов.

Оборудование и материалы: чашки Петри с мясо-пептонным агаром, микробиологические петли, спиртовка.

Объект исследования: чистые культуры микроорганизмов *Bacillus subtilis*, *Sarcina lutea*, *Bacillus cereus*.

Ход работы.

На поверхность застывшего мясо-пептонного агара, находящегося в чашке Петри, микробиологической петлей наносят широкую полоску культуры *Bacillus subtilis*, перпендикулярно к ней параллельными штрихами высевают культуры *Bacillus cereus* и *Sarcina lutea*. Чашки помещают в термостат с температурой 25-28⁰С. Через неделю наблюдают результаты опыта. *Bacillus subtilis* является антагонистом по отношению к двум другим микроорганизмам, поэтому в непосредственной близости от культуры не будет роста обеих бактерий, на некотором удалении наблюдается слабый рост и лишь на значительном расстоянии рост культур оказывается нормальным.

Задание. Результаты опытов занести в таблицу и зарисовать. Сделать выводы о взаимоотношениях различных микроорганизмов, находящихся в одной и той же среде.

Лабораторная работа № 6

Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам

Широкое использование антибиотиков в рационе животных, а также для профилактики и лечения болезней привело к появлению резистентных (устойчивых) форм микроорганизмов. Для того, чтобы определить наличие чувствительности бактерий, используют метод бумажных дисков, пропитанных антибиотиками.

Предпочтительнее использовать антибиотики тетрациклинового комплекса, широко применяемые при выпаивании телят, кормлении взрослых животных.

Метод основан на диффузии антибиотика из пропитанного диска фильтровальной бумаги в плотную питательную среду. Содержание большинства антибиотиков в дисках колеблется от 1

до 50 мкг.

Цель работы: определить чувствительность микроорганизмов к различным антибиотикам.

Оборудование и материалы: чашки Петри с мясо-пептонным агаром, микробиологические петли, диски из фильтровальной бумаги, пропитанные различными растворами антибиотиков, стеклянный шпатель, пипетки, спиртовка.

Объект исследования: чистые культуры микроорганизмов (можно использовать из предыдущей работы *Bacillus subtilis*, *Sarcina lutea*, *Bacillus cereus*).

Ход работы.

В стерильные, предварительно просушенные чашки Петри разливают по 10 мл мясо-пептонного агара. На поверхность среды высевают суспензию суточной культуры микроорганизмов. Пипеткой берут 0,02 мл этой суспензии (одна капля) и стерильным шпателем растирают досуха на питательной среде в чашке Петри у пламени горелки.

Затем стерильным шпателем раскладывают диски фильтровальной бумаги диаметром 8 мм, предварительно пропитанные разными антибиотиками (не менее 4-х – 5-ти дисков). Чашки Петри выдерживают 30 мин при комнатной температуре для диффузии препаратов в среду. Затем чашки помещают в термостат при температуре 37⁰С на 18-24ч.

При оценке результатов опыта измеряют диаметр задержки роста микроорганизмов вокруг дисков с антибиотиками, включая диаметр самих дисков. Отсутствие зоны задержки роста микроорганизмов означает, что испытуемый штамм устойчив к данному препарату. Зоны диаметром до 10 мм указывают на малую чувствительность, зоны диаметром более 10 мм – на чувствительность микроорганизмов.

Задание. Результаты опыта записать в таблицу и зарисовать. Сделать вывод о чувствительности различных микроорганизмов к антибиотикам.

Лабораторная работа № 7

Определение чувствительности микроорганизмов к различным фитонцидам

Фитонциды являются веществами, создаваемыми растениями в процессе обмена веществ. Характерное свойство этих веществ – губительное действие на микроорганизмы (бактерии и плесневые грибы). Иногда их действие ограничивается только задержкой роста. В качестве источника фитонцидов можно использовать чеснок, лук репчатый, хрен редьку, лимон.

Цель работы: выявить чувствительность микроорганизмов к действию различных фитонцидов.

Оборудование и материалы: чашки Петри с мясо-пептонным агаром, микробиологические петли, стеклянный шпатель, пипетки, спиртовка, чеснок, лук репчатый, хрен редьку, лимон.

Объект исследования: чистые культуры микроорганизмов (можно использовать из предыдущей работы *Bacillus subtilis*, *Sarcina lutea*, *Bacillus cereus*).

Ход работы.

В стерильные, предварительно просушенные чашки Петри разливают по 10-15 мл мясо-пептонного агара. На поверхность среды высевают суспензию суточной культуры микроорганизмов. Пипеткой берут 0,02 мл этой суспензии (одна капля) и стерильным шпателем растирают досуха на питательной среде в чашке Петри у пламени горелки.

Затем, измельчая растительный материал на шинковке или терке, готовят кашицу из растений, содержащих фитонциды (чеснок, лук репчатый, хрен редьку, лимон). Кашицу помещают на агар в чашки Петри. Делать это надо быстро, так как бактерицидное действие зависит от быстроты и степени измельчения материала. Одну чашку оставляют для контроля, т.е. производят посев, но не вносят фитонциды.

После того, как произведен посев и внесены фитонциды, все чашки Петри помещают в термостат и оставляют стоять при температуре 25⁰С на в течение 36-48 ч. По истечении установленного срока их вынимают и просматривают, отмечая различное развитие бактерий в кон-

троле и под воздействием различных фитонцидов.

Задание. Результаты опыта записать в таблицу и зарисовать. Сделать вывод о чувствительности различных микроорганизмов к фитонцидам.

Лабораторная работа № 8

Образование лимонной кислоты грибом *Aspergillus niger*

В биотехнологии широко используется получение лимонной кислоты с помощью микроорганизмов. Этим важным свойством обладает и гриб *Aspergillus niger*.

Цель работы: изучить особенности образования лимонной кислоты грибом *Aspergillus niger* в различных условиях выращивания.

Оборудование и материалы: 2%-ный раствор сахарозы, 10%-ные растворы NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , MgSO_4 , FeSO_4 , колбы ёмкостью 100 мл, цилиндры, ёмкостью 100 мл, пипетки на 10 мл и 1 мл, препаровальные иглы, вата.

Объект исследования: культура гриба *Aspergillus niger*.

Ход работы.

Готовят 200 мл полной питательной среды без микроэлементов, %: сахароза – 10; NH_4NO_3 – 0,3; KH_2PO_4 – 0,2; MgSO_4 – 0,05; FeSO_4 – 0,01. Определяют исходную кислотность раствора с помощью рН-метра.

Питательную среду тщательно перемешивают и разливают по 50 мл в четыре конические колбы, каждая ёмкостью по 150 мл. Закрывают ватными пробками.

Во все колбы внося равное количество спор гриба. Колбы подписывают, ставят в термостат и инкубируют при температуре 28-30°C.

На шестые сутки, когда пленка гриба достигнет большой мощности, проводят следующий опыт. Из колбы № 1 извлекают мицелий гриба, тщательно промывают с нижней стороны водой. Пленку гриба высушивают при 105°C в сушильном шкафу до постоянной массы. С помощью рН-метра определяют кислотность фильтрата. Из колбы №4 аккуратно сливают фильтрат и под мицелий подводят 59 мл свежей среды, после чего колбу помещают в термостат.

На седьмой день определяют кислотность фильтрата и сухую массу мицелия из колбы № 2 описанным выше способом.

На восьмой день определяют кислотность фильтрата и сухую массу мицелия из колб № 3 и 4 описанным выше способом.

В результате этой работы могут быть получены следующие данные.

Первое время гриб интенсивно накапливает кислоту до тех пор, пока в среде достаточно сахара (колбы №1 и 2), из которого он может синтезировать кислоту. Однако как только среда истощается (опыт продолжается в прежних условиях), мицелий гриба продолжает увеличиваться в массе, но гриб начинает перерабатывать кислоту, питаясь отчасти за ее счет (колба № 3). Культура же, получившая подкормку сахаром (колба № 4) дает значительный скачок в сторону большего накопления кислоты и увеличения сухой массы мицелия.

Задание. Результаты опыта записать в таблицу и зарисовать. Сделать выводы об образовании лимонной кислоты грибом *Aspergillus niger* в различных условиях.

Лабораторная работа № 8

Стерилизация растительного материала

Начальное получение стерильного растительного материала является трудной задачей и часто, несмотря на все страдания экспериментатора, 75% или даже больше культур отказываются инфицированными. По данным Готре, в случае культуры тканей сахарной свеклы трудно получить более 50% асептических культур. В опытах Зелинского со стеблевыми сегментами дуба через две-три недели культивирования инфекция постоянно наблюдалась в отдельных пробирках, несмотря на тщательную стерилизацию. То же самое наблюдали мы для корневой ткани женьшеня и раувольфии и стеблевой ткани пилокарпуса. В этих случаях неинфицированными оставались ткани в 3-4 пробирках из 10-15. Однако, если в результате изоляции из растения получена растущая стерильно ткань, то в дальнейшем легко поддерживать ее стерильность

при пассировании, т.е. пересадках ткани маленькими кусочками на свежую питательную среду для продолжения культуры. При соблюдении всех правил асептической работы процент случайной инфекции при пассировании тканей редко превышает 1-3%.

Для стерилизации органов и тканей растений, из которых будет изолироваться ткань для культуры, применяют обычно большой набор различных стерилизующих веществ.

Правило, по которому следует выбирать наиболее пригодный стерилизующий раствор, просто. Это вещество должно обеспечить наибольший процент неповрежденных тканей, способных к росту и новообразованиям, при наименьшем проценте инфекции. Этому правила следует придерживаться и при выборе длительности стерилизации (экспозиции).

Наиболее распространенными стерилизующими растворами являются растворы, содержащие активный хлор: гипохлориты кальция и натрия, хлорамины, хлорная известь. Растворы эти готовят следующим образом: определенное количество стерилизатора перед употреблением взбалтывают в 1 л воды в течение 10 мин., затем отфильтровывают и используют для стерилизации растительного материала.

Хлорная известь рекомендуется для стерилизации различного растительного материала в концентрации 90 г/л. продолжительность стерилизации для тканей мясистых корней –20 –25 мин., для побегов древесных и лиан –15 –30 мин., для молодых побегов и стеблей травянистых растений –5 –10 мин. Для точек роста стебля рекомендуется использовать более низкую концентрацию: 50 г/л при 15-минутной стерилизации. Для семян концентрация хлорной извести может быть снижена до 35 г/л.

Гипохлорит кальция применялся Лиоре для стерилизации корневой ткани скорцонеры в концентрации 90 г/л в течение 15 мин. Лингаппа стерилизовал кусочки побегов картофеля в течение 5 мин. 75°-ным спиртом и затем 15 мин. 1%-ным гипохлоритом натрия.

Стерилизующие растворы, содержащие ртуть (сулема и диацид). Сулема (HgCl_2) не смотря на ее токсичность для тканей, часто применяется для стерилизации растительного материала и при правильном выборе ее дозировки и времени стерилизации дает удовлетворительные результаты. Мы применяли сулему для стерилизации самых разнообразных растительных объектов, начиная от пластинок ряски и растущих вертушек разных растений и кончая двух — трехлетними побегами древесных растений с удовлетворительными и хорошими результатами для большинства объектов. Обычно сулема применяется для всех этих объектов, кроме древесных, в концентрации 0,1%. Время стерилизации различных растительных объектов в 0,1%-ном растворе сулемы, по нашим данным, варьирует существенно.

Эффективность стерилизации значительно повышается при добавлении к раствору сулемы детергентов типа Твин-80, Твин-20 (5–6 капель на 1 л) или ОП-7; ОП-10, - 300 мг/л .

После стерилизации ткани в сулеме необходимо тщательно промыть ее в 4-5 порциях стерильной воды, по 5-15 мин. в каждой порции. Начиная работу с новым растительным объектом необходимо предварительно найти удовлетворительные условия для его стерилизации, для чего рекомендуется испробовать несколько вариантов, значительно различающихся между собой по времени стерилизации, а затем, сужая эти интервалы, найти условия, оптимальные для данного объекта.

Кроме сулемы, для стерилизации может быть рекомендован другой ртутный препарат диацид (этанолмеркурихлорид и борная кислота с цетилпиридинбромидом в качестве детергента), но он действует слабее сулемы, и никакими преимуществами по сравнению с ней не обладают.

Перекись водорода. Концентрация 10-12%, время стерилизации сухих семян –10–12 мин., набухших семян 6 –8 мин., сегментов стебля травянистых растений –8 –10 мин.

Преимуществом перекиси водорода в качестве стерилизующего агента является то, что после нее не нужно так долго и тщательно отмывать ткань, как после сулемы: достаточно только один раз промыть стерильной водой. Оставшаяся в тканях перекись быстро разрушается.

Стерилизация спиртом и обжиганием пламенем. Часто применяется при стерилизации крупных семян, завязей, плодов. Материал опускается в спирт и затем обжигается в пламени; эта операция повторяется несколько раз.

Применение антибиотиков. Антибиотики редко применяются для поверхностной стерилизации растительного материала, но они необходимы в тех случаях, когда инфицирование культуры связано с наличием спор грибов или бактерий во внутренних полостях ткани. Несмотря на все усилия, простерилизовать ткань обычными способами не удастся, и споры, попадая при выращивании тканей в благоприятные условия, прорастают и начинают быстро размножаться на питательных средах. Чтобы подавить этот процесс часто в питательную среду вводят антибиотики: пенициллин, биомицин, тетрациклин, стрептомицин, гризеофульвин и др. (после фильтрования через фильтр по способу, описанному выше).

Так, по данным Монтана (1957) добавление пенициллина в количестве 1 мг на 1 л питательной среды помогло получить стерильную культуру стебля молочая. По данным Штихеля (1959) ауреомицин или его аналог акромицин, добавленные к среде в концентрации 50 мг/л, оказались очень эффективными при культивировании тканей клубнелуковицы цикламена. Морель (1950) применял для получения стерильных культур тканей ауреомицин в концентрации 1/10000.

Используя антибиотики для получения стерильных культур, необходимо помнить, что они также оказывают влияние на рост растительной ткани. Как показали Де Ропп и Никель, в слабых концентрациях пенициллин, тетрациклин, стрептомицин, бацитрацин значительно стимулируют рост ткани вирусной опухоли щавеля и нормальной ткани подсолнечника, а при повышении концентрации вызывают его угнетения. Наш опыт работы с антибиотиками (пенициллином, стрептомицином, тетрациклином, биомицином и гризеофульвином) показал, что часто концентрации угнетающие рост ткани или вызывающие нарушение ее обмена, еще бывают недостаточными для подавления развития инфекционных микроорганизмов. Так, при выращивании верхушечных почек сорта Мерилэндский мамонт путем добавления в среду стрептомицина в концентрации в 5 мг/л удалось получить культуры, которые были лишены инфекции. Однако растения, полученные из этих почек, имели явные признаки хлороза. Образование хлорофилла под влиянием стрептомицина в этих растениях было подавлено. Для почек вообще не были найдены условия, позволяющие получить асептическую культуру. При применении стрептомицина рост почки полностью ингибировался, но стерильность не была достигнута. Трудность применения антибиотиков для культуры растительных тканей заключается еще и в том, что спектр бактерицидного действия каждого из них довольно узок, а среди облигатных паразитов растительных тканей встречаются микроорганизмы, весьма разнообразные по систематическому положению. Можно было бы рекомендовать использовать смеси разных антибиотиков или применять один, но с наиболее широким спектром действия. По нашим данным, перспективным антибиотиком в этом отношении является гризеофульвин. Он сильно угнетает прорастание семян рудбекии в концентрации 1/1000 и 1/500 и может применяться только в очень низких концентрациях – 1/50 000. однако его действие на другие растительные ткани необходимо проверить.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки выращивания стерильных проростков.

Оборудование и материалы: ламинарный бокс, 20-50 биологических пробирок с агаризованной питательной МС средой, содержащей 1% сахарозы, pH 6,0-6,5, три 200-250 мл колбы со стерильной водой, 500 мл пустая колба, спирт 70%-ный, спиртовка, марганцовокислый калий, 1%-ный раствор гипохлорита натрия, препаровальные иглы, пинцеты, зажигалка, , воздушные луковички

Предмет исследования: стерильные проростки

Ход работы

Воздушные луковички чеснока промывают проточной водой в течение 30-60 минут, выдерживают в 1% растворе марганцовокислого калия - 15-20 минут, затем в условиях ламинарного бокса обрабатывают в 70%-ом растворе этанола в течение 30 секунд, в 1,0%-ом растворе гипохлорита натрия - 20 минут. Промывают стерильной водой трехкратно в течение 20 минут.

Воздушные луковички поместить в пробирки на поверхность агаризованной среды и слегка вдавить их в агар для обеспечения хорошего контакта с питательной средой. Первую не-

делю культивируют в темноте, а в последующие 3-4, при 25°C на свету.

Использование таких режимов позволяет получать в зависимости от сорта от 92,6% до 100,0% стерильных эксплантов. Наличие инфекции обычно проявляется уже в течение 3 – 7 суток после помещения эксплантов на питательную среду.

Задание. По истечении семи суток проанализировать материал на наличие инфекций. Пробирки с инфицированными воздушными луковичками удалить, промыть, простерилизовать, а неинфицированный материал поместить в условия световой комнаты и культивировать при 25°C в течение 3-х недель при освещенности около 5000 лк и фотопериоде 16 часов день 8 часов ночь. Провести учеты, определить визуально виды микроорганизмов, растущих в пробирках.

Лабораторная работа № 10

Стерилизация растительного материала (продолжение)

Для выполнения работы использовать полученный в ходе выполнения лабораторной работы №1 материал.

Оборудование и материалы: полученные в ходе выполнения лабораторной работы №1 пробирки с проростками, бинокулярная лупа, определитель микроорганизмов.

Предмет исследования: проростки

Задание

Не открывая пробирки проанализировать визуально воздушные луковички на наличие инфекций и корешков, определить долю инфицированных луковичек, определить виды микроорганизмов. Пробирки с неинфицированными луковичками разделить на две группы и определить долю луковичек, у которых образовались корешки. Полученные данные представить в виде таблицы и зарисовать.

Лабораторная работа № 11

Получение каллусной ткани из корешков чеснока

Каллусы можно получать из разных частей растения, в том числе из кончиков корней. Образование каллуса происходит в области первичных и вторичных меристем. Процесс каллусообразования зависит от размера экспланта. Оптимальная величина экспланта 5-10 мм³, масса 20-100 мг. Многие ткани имеют физиологическую полярность, поэтому каллус лучше образуется на той стороне экспланта, которая ближе к апикальным меристемам корня. Кончики корней легко образуют каллус, если они помещены на среду горизонтально, тогда как сегменты стебля лучше формируют каллус, если их поместить вертикально. Для культивирования на питательных средах лучше использовать стерильные корешки, полученные при проращивании семян в стерильных условиях.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки выращивания каллуса из корешков чеснока.

Оборудование и материалы: ламинарный бокс, чашки Петри или колбы с питательными средами для индукции каллусогенеза, стерильные чашки Петри, 1%-ный раствор гипохлорита натрия, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, флаконы со спиртом и стерильной дистиллированной водой.

Предмет исследования: корешки чеснока

Ход работы

В стерильных условиях при помощи пинцета и скальпеля изолировать корешки, длина которых составляет 2-3 мм поместить на поверхность агаризованной среды и слегка вдавить их в агар для обеспечения хорошего контакта с питательной средой. В работе лучше использовать среду МС, содержащую 30 г/л сахарозы, 100 мг/л мезоинозита, 2 мг/л 2,4-Д и 0,2 мг/л кинетина. Культивируют в темноте при 25°C в течение 3-4-х недель.

Задание. По истечении указанного срока рассмотреть в микроскоп и зарисовать сформировавшийся каллус.

Лабораторная работа № 12

Субкультивирование каллусных тканей

В цикле культивирования при создании определенных условий каллусные клетки после ряда делений проходят обычный органогенез: растут растяжением, дифференцируются и деградируют. Рост каллуса можно отразить S-образной кривой роста. Ростовой цикл начинается с посадки экспланта на среду (начало культивирования), а завершается в момент прекращения митозов (стационарная фаза). В лаг-фазе (латентной фазе) клетки не делятся, не увеличиваются в размере, имеют низкую метаболическую активность. В экспоненциальной фазе (фаза логарифмического роста) клетки активно делятся митозом. В ранней экспоненте увеличивается количество митохондрий (синтезируется АТФ), рибосом, всех видов РНК, синтезируются белки, активизируется метаболизм. Интенсивно поглощается кислород. Поздняя экспонента характеризуется снижением удельной скорости роста, замедлением клеточного деления, увеличением среднего размера клеток за счет растяжения. В стационарной фазе (фаза плато) размер клеток продолжает увеличиваться, а их деление прекращается. В поздней стационарной фазе (фаза деградации) за счет истощения среды клетки стареют и отмирают. Продолжительность ростового цикла каллусных клеток составляет 21-28 суток. В процессе культивирования каллус пассируют (пересаживают на свежую питательную среду) каждые четыре-шесть недель в зависимости от интенсивности роста. Масса транспланта (фрагмента ткани, который пассируют на свежую питательную среду) составляет 60-100 мг на 20-40 мл питательной среды.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки исследования характера роста каллуса.

Оборудование и материалы: ламинарный бокс, пробирки с питательной средой для культивирования каллусов, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, флаконы с 70%-ным этанол, спиртовка.

Предмет исследования: каллусная культура чеснока.

Ход работы

В стерильных условиях извлечь каллусы из культивационных сосудов и поместить на стерильную поверхность. Стерильной препаровальной иглой выделить зоны меристематической активности (белые, мелкие клетки). Транспланты величиной 2-3 мм поместить на агаризованной среде и слегка вдавить их в агар для обеспечения хорошего контакта с питательной средой. В работе лучше использовать среду МС, содержащую 30 г/л сахарозы, 1 мг/л НУК и 0,8 мг/л БАП. Культивировать в световой комнате темноте при 25°C в течение 4-х недель. За это время для построения кривой роста каллус взвесить три раза, с равными промежутками времени.

Задание. По результатам взвешиваний через одну, две, три и четыре недели построить кривую роста каллуса. Кроме снятия ростовых показателей, отмечать цвет и консистенцию каллусной ткани. Результаты культивирования зарисовать через две-четыре недели. Рассчитать (в %) интенсивность роста каллусной ткани по формуле:

$$\text{ИР} = (m_2 - m_1) : m_1 \times 100,$$

где ИР – интенсивность роста;

m_1 – масса каллусной ткани в начале пассажа;

m_2 – масса каллусной ткани в конце пассажа.

Лабораторная работа № 13

Регенерация почек из каллусных тканей

Состав питательной среды является наиболее важным фактором, определяющим эффективность культивирования эксплантов. Состав питательных сред подбирается опытным путем и содержит минеральные соли, углеводы, аминокислоты, витамины, фитогормоны, агар и другие добавки.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки индукции морфогенеза из каллуса.

Оборудование и материалы: ламинарный бокс, 50 мл колбы с питательной средой для

культивирования каллусов, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, флаконы с 70%-ным этанол, спиртовка.

Предмет исследования: каллусная культура.

Ход работы

Для выполнения работы использовать полученный в ходе выполнения лабораторной работы № 4 материал. В стерильных условиях извлечь каллусы из культивационных сосудов и поместить на стерильную поверхность. Стерильной препаровальной иглой выделить белые, плотные образования. Транспланты величиной 2-3 мм поместить на агаризованные питательные среды, содержащие макро- и микроэлементы, витамины и органические соединения по прописи N6 (Chu С.С., 1975), а также кинетин в концентрации 1,0 мг/л и 2,0 мг/л, слегка вдавить их в агар для обеспечения хорошего контакта с питательной средой. Культивировать в световой комнате темноте при 25°C в течение 4-х недель. За это время с интервалом в одну неделю проводить наблюдение и фиксировать инфицированность, размер каллуса, число появившихся почек и корешков.

Задание. По результатам наблюдений, проведенных через одну, две, три и четыре недели построить кривую роста каллуса и образования органов. Результаты культивирования зарисовать через две-четыре недели.

Лабораторная работа № 14

Индукция и размножение побегов

Соотношение фитогормонов и их концентрация является определяющим для получения, размножения побегов и поддержания их высокой морфогенетической активности.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки размножения побеги, полученных из почек в условиях *in vitro*.

Оборудование и материалы: ламинарный бокс, 50 мл колбы с питательной средой для культивирования тканей, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, флаконы с 70%-ным этанол, спиртовка.

Предмет исследования: морфогенные ткани, почки, побеги.

Ход работы

Для выполнения работы использовать полученный в ходе выполнения лабораторной работы № 5 материал. В стерильных условиях извлечь почки из культивационных сосудов и поместить на стерильную поверхность. Стерильной препаровальной иглой и скальпелем выделить зеленые, плотные образования и почки. Транспланты величиной 3-5 мм поместить на агаризованные питательные среды, содержащие макро- и микроэлементы, витамины и органические соединения по прописи N6 (Chu С.С., 1975), а также кинетин в концентрации 1,0 мг/л и 2,0 мг/л, слегка вдавить их в агар для обеспечения хорошего контакта с питательной средой. Культивировать в световой комнате темноте при 25°C в течение 4-х недель. За это время с интервалом в одну неделю проводить наблюдение и фиксировать инфицированность, размер каллуса, число появившихся почек и корешков.

Задание. По результатам наблюдений, проведенных через одну, две, три и четыре недели построить кривую образования и роста побегов. Результаты культивирования зарисовать через две-четыре недели.

Лабораторная работа № 15

Укоренение побегов

Как правило, для подращивания и укоренения побегов часто используют безгормональные жидкие и агаризованные питательные среды, у которых содержание макро- и микроэлементов снижено в два раза, а концентрация сахарозы составляет 1% (Поляков А.В., 2005, 2013). Эти условия способствуют хорошей укореняемости побегов и интенсивному росту корней. Однако в случае слабого развития побегов в среду для укоренения следует добавлять один из ауксинов: ИМК, НУК в концентрации 0,1 мг/л.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки укоренения побегов, полученных в условиях *in vitro*.

Оборудование и материалы: ламинарный бокс, 50-100 мл колбы или пробирки с питательной средой для укоренения побегов, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, флаконы с 70%-ным этанол, спиртовка.

Предмет исследования: побеги.

Ход работы

Для выполнения работы использовать полученный в ходе выполнения лабораторной работы № 6 материал. В стерильных условиях извлечь ткани с новообразованиями из культивационных сосудов и поместить их на стерильную поверхность. Стерильными скальпелем и пинцетом выделить побеги и поместить их на агаризованные питательные среды, содержащие половинную дозу макро- и микроэлементов, витаминов и органических соединений, указанных в прописи N6 (Chu C.C., 1975) или MS (Murashige T., Skoog F., 1962), а также сахарозу в концентрации 1% и НУК в концентрации 0,1 мг/л., слегка вдавить их в агар для обеспечения хорошего контакта с питательной средой. Культивировать в световой комнате темноте при 25°C в течение 4-х недель. За это время с интервалом в одну неделю проводить наблюдение и фиксировать инфицированность, число и длину появившихся корней.

Задание. По результатам наблюдений, проведенных через одну, две, три и четыре недели построить кривую образования и роста корней. Результаты культивирования зарисовать.

Лабораторная работа № 16

Адаптация растений-регенерантов к условиям *ex vitro*

Важным моментом в биотехнологическом процессе является адаптация растений - регенерантов, полученных в условиях *in vitro*, к условиям *ex vitro*.

Процесс адаптации к новому газовому составу воздуха, к условиям с меньшей влажностью и большой инфекционной нагрузкой в зависимости от вида растения и состояния растения-регенеранта может составлять от одной до трех недель.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки по адаптации растений-регенерантов, полученных в условиях *in vitro* к обычным условиям среды.

Оборудование и материалы: световая комната, 50-100 мл колбы или пробирки с питательной средой и укорененными побегами, пинцеты.

Предмет исследования: растения-регенеранты.

Ход работы

Для выполнения работы использовать полученный в ходе выполнения лабораторной работы № 7 материал. В условиях световой комнаты для адаптации в крышках культивационных сосудов проделывают небольшие, диаметром 1-2 мм отверстия, которые расширяют по мере адаптации растений. Этот период часто длится 7 суток.

Задание. По результатам наблюдений, проведенных через одну неделю, подсчитать число растений, у которых отсутствуют признаки подвядания листьев. Результаты культивирования зарисовать.

Лабораторная работа № 17

Высадка растений-регенерантов в условиях *ex vitro*

Необходимо помнить, что обычные условия среды могут быть губительно даже для адаптированных к обычному воздуху растений-регенерантов. Необходимо такие растения адаптировать и к субстрату, который должен быть достаточно увлажнен и не содержать фитопатогенных микроорганизмов или вредителей.

Цель работы: освоить приемы и получить навыки по высадке растений-регенерантов, полученных в условиях *in vitro* к обычным условиям среды.

Оборудование и материалы: 50-100 мл колбы или пробирки с растениями-регенерантами, пинцеты.

Предмет исследования: растения-регенеранты.

Ход работы

Растения-регенеранты с хорошо сформированной корневой системой извлекают из культивационных сосудов, под проточной водой отмывают корни от питательной среды и высаживают в торфяные таблетки, обработанные кипятком. В течение 10 - 14 суток растения содержат в условиях влажной камеры при температуре +18...+20 °С, а для аэрации их ежедневно приоткрывают.

Такие приемы позволяют получать, в зависимости от сорта более 80% адаптированных к обычным условиям среды растений – регенерантов.

После адаптации растения переносят на постоянное место выращивания - в теплицу или открытый грунт, уход за ними осуществляют как за обычными растениями.

Задание. По результатам наблюдений, проведенных через одну, две, три недели, определить долю растений, адаптированных к обычным условиям среды. Измерить и записать высоту растений, определить число листьев и их оттенки.

Лабораторная работа 18

Обработка полученных результатов

Разноплановость и разнообразие растительного материала, вводимого в культуру, наличие нескольких этапов культивирования и длительность наблюдений диктуют необходимость строго учета параметров культивируемых объектов. Поскольку каждый эксплант вводится в отдельную пробирку (сосуд), то эта проба (пробирка) должна быть маркирована после введения экспланта в культуру, а его параметры зафиксированы в учетной записи. Затем при проведении наблюдений и при пассажах должны быть отражены все изменения объектов, произошедшие в период культивирования. Длительность наблюдений каждой пробы до следующей пересадки чаще всего составляет не более четырех недель. При проведении экспериментальных работ по введению тканей растений в культуру и следующих этапов необходимо для каждого задания оформить и заполнить таблицу после окончания манипуляций в ламинарном боксе и после учета характеристик в процессе последующего их наблюдения. Указывать полученные результаты с указанием дат и вариантов по каждому этапу культивирования (указывать номер пассажа, количество отбракованного материала и причину выбраковки, высадку в грунт и т. п.).

Вопросы

1. Что показывает анализ полученных результатов?
2. Какие можно сделать выводы по влиянию гормонального состава среды на процессы каллусогенеза?
3. Какие сорта лучше использовать для проведения дальнейших экспериментов?
4. Какие условия лучше использовать для проведения дальнейших экспериментов?

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.