МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Научно-образовательный центр
Передовая инженерная школа «Агробиотек»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НОЦ ПИШ «Агробиотек»

_____ К.С. Голохваст

«_12_»_____января_____2023г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.5.6. Биотехнология

Томск – 2023

Авторы-разработчики:

Голохваст Кирилл Сергеевич, д.б.н., чл.-корр. РАО, профессор РАН, директор НОЦ ПИШ «Агробиотек»

Наваз Мухаммад Амджад, PhD, старший научный сотрудник центра исследований в области материалов и технологий ТГУ

Нестерова Наталья Владимировна ст. преподаватель кафедры управления качеством ФИТ ТГУ, директор Образовательного центра НОЦ ПИШ «Агробиотек»

Бойко Екатерина Владимировна ст. преподаватель кафедры физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики БИ ТГУ, зам.директора Научно-производственного центра НОЦ ПИШ «Агробиотек»

Руководитель ОП К.С. Голохваст

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре **1.5.6. Биотехнология** (далее – Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

– форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;

– шкала оценивания;

– максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;

– критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на обучение по PhD программе.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно, устно или сочетанием обеих форм) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

Структура экзамена:

1) Собеседование по темам, указанным в разделе **2.4. Программа экзамена** (устная часть);

2) Тестовые задания, составленные в соответствии с темами, указанным в разделе **2.4. Программа экзамена** (письменная часть)

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

1) очно и дистанционно; 2) только дистанционно; 3) только очно.

Для дистанционной формы проведения экзамена используются платформы Moodle и программы для организации видеоконференций: Zoom, Adobe Connect и другие. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом экзамена при помощи веб-камеры абитуриента проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнивания фото в паспорте и лица сдающего (абитуриент показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзамена, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена

Тема 1. История и современное состояние развития биотехнологии

Биотехнология как наука. Предмет и задачи биотехнологии, ее место и роль в современной биологии. Основные направления современной биотехнологии. Основные методы биотехнологических исследований. Полидисциплинарность современных биотехнологий. Мировые тенденции в развитии биотехнологий. Результаты и достижения в области развития биотехнологий в Российской Федерации.

Тема 2. Общая биология, генетика, молекулярная биология

Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение и функции клетки (различия прокариот и эукариот). Строение ядра и его роль в наследственности. Химический состав клетки (нуклеиновые кислоты, белки, полисахариды, липиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, пептидогликаны, полифосфаты, минеральные компоненты и вода). Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов.

Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Молекулярные основы

организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер. Рекомбинация у бактериофагов.

Молекулярные основы наследственности. Понятие гена в «классической» и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии.

Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль.
Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории «один ген – один фермент». Классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Идентификация и селекция мутантов.

Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции.

Тема 3. Промышленная микробиология

Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий: эубактерии, цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения.

Механизмы поступления экзогенных веществ в клетки эукариотов и прокариотов. Физиология питания, элементы питания и их значение для процесса биосинтеза. Типы питания микроорганизмов. Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.

Физиология энергетического обмена: использование клетками энергопродуцирующих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды. Физиология отмирания.

Способы и основные принципы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация) Смешанные культуры, консорциумы. Анаэробные процессы окисления. Аэробное дыхание и брожение.

Образование микроорганизмами биологически активных веществ (ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов). Первичные и вторичные метаболиты, их роль в природе. Практическое применение.

Селекция микроорганизмов. Производственный ферментатор как экологическая ниша.

Тема 4. Биотехнология растений и животных

Регуляция роста растений. Фитогормоны, классы и структура. Биосинтез и транспорт в растении. Механизм действия фитогормонов. Синтетические

регуляторы роста. Тотипотентность растительной клетки, сомаклональная вариабельность. Культивирование клеток, органов и тканей растений *in vitro*. Культура каллусной ткани, клональное микроразмножение, эмбриокультура, культура гаплоидных клеток. Теоретические подходы и практическое значение. Технологии культивирования *in vitro* клеток и тканей растений для получения фитопрепаратов и лечебно-профилактических добавок.

Конструирование генно- инженерно- модифицированных (трансгенных) растений. Технологии генной инженерии растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям. Плазмиды, их строение и классификация. Физический анализ структуры гена. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки. Методы генетической инженерии растений. Использование Ti-плазмид *Agrobacterium tumefaciens* и Ri-плазмид *A. rhizogenes* для создания трансгенных растений. Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.

Производство микробных препаратов для растениеводства. Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых (инсектициды, фунгициды). Биотехнологии антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы. Биотехнологии бактериальных удобрений. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.

Биотехнология животных клеток. Трансгенная биотехнология животных. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ). Методы: использование ретровирусных векторов; микроинъекции ДНК, использование стволовых клеток, перенос ядра и с помощью искусственных дрожжевых хромосом.

Трансгенные животные – перспективные продуценты лекарственных белков на основе генов человека, модель генетических заболеваний, разработка методов генной терапии, источник органов для пересадки человеку.

Иммунная биотехнология. Монофакторные и полифакторные заболевания. Стадии клинических испытаний. Результаты. Проблема использования вируса в качестве переносчика гена человеку

Микробиологическое производство ферментных препаратов для кормопроизводства. Производство кормового белка - белка одноклеточных микроорганизмов. Микробиологическое производство индивидуальных L-аминокислот кормового назначения. Микробиологическое производство кормовых антибиотиков. Микробиологическое производство концентратов витаминов кормового назначения. Производство вакцин и пробиотиков для животноводства.

Использование технологии утилизации различных отходов (целлюлозосодержащие материалы, молочная сыворотка, отходы пищевых и рыбоперерабатывающих производств).

Перечень учебной литературы:

1. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. М., изд. Academia. 2006 г.
2. Коничев А.С. Молекулярная биология. Учебник М., Академия, 2005 – 400.
3. Глик Б., Пастернак Дж.. Молекулярна биотехнология. Принципы и применение. М., Мир, 2002.
4. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. М., Бином, 2014.
5. ПЦР «в реальном времени» / Ребриков Д.В. – М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 – 223 с.
6. Сельскохозяйственная биотехнология. Под ред. В.С. Шевелухи. М.:Высшая школа, 2008 – 418с.
7. Албертс Б., Брэй Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994 г., 444 с.
8. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х томах. М.: Мир, 1989 г.
9. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М., изд. ФБК-Пресс. 1999 г.
10. Варфоломеев С.Д., Калюжный С.В. Биотехнология: Кинетические основы микробиологических процессов. М.: Высшая школа, 1990 г., 296 с.
11. Жимулев И.А. Общая и молекулярная генетика / Новосибирск: Новосибирское университетское издание, 2004. 384 с.
12. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В., Калашникова Е.А., Живухина Е.А.. Биотехнология: теория и практика. М., ОНИКС, 2009.
13. Микробиология/ Нетрусов А.И., Котова И.Б. (2012), Академия, 343 стр.
14. Микробиология. Биология прокариотов/ Пиневич А.В. (2006-2009), Учебник в 3 т., СПб., Изд-во С.-Петерб. Ун-та.
15. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: для ун-тов. – М.: Высшая школа, 2010.
16. Д.Нельсон, М.Кокс. Основы биохимии Ленинджера. Т.1-3. М., Бином, 2011.

Примеры тестовых вопросов письменного экзамена:

1. Молекула АТФ состоит из:

а) D-рибозы

б) аденина

в) трех фосфатных групп

г) D-глюкозы

д) D-фруктозы

2. Какие методы используются для определения молекулярной массы белковых веществ:

а) хроматографический;

б) люминесцентный;

в) микроскопирование;

г) электрофоретический

3. Глюкоза, фруктоза, галактоза – это…

а) моносахара

б) пищевые волокна

в) жирные кислоты

г) полисахариды

4. Способность растительной клетки реализовывать генетическую информацию, обеспечивающую ее дифференцировку и развитие до целого организма

а) гибридизация

б) тотипотентность

в) мутагенез

г) фотоморфогенез

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

неудовлетворительно	**удовлетворительно**	**хорошо**	**отлично**
до 59 баллов	60 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 59	При ответе абитуриента обнаружились значительные пробелы в знании учебного материала, при ответе допущены грубые ошибки. На дополнительные вопросы абитуриент отвечал неуверенно и со

		значительным количеством ошибок. Уровень знаний и мотивации не позволяют приступить к освоению основной образовательной программы.
удовлетворительно	60-75	Владение базовыми понятиями в рамках программы по выбранной направленности, однако имеются затруднения полностью и исчерпывающе раскрыть механизмы описываемых биологических процессов, наличие трудностей в ответах на дополнительные вопросы
хорошо	76-84	Полное владение теоретическими навыками в рамках программы по выбранной направленности, допущение незначительных ошибок при описании механизмов описываемых биологических процессов, быстрое исправление своих ошибок при ответах, на дополнительные вопросы. Абитуриент продемонстрировал умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения.
отлично	85-100	Исчерпывающее владение знаниями в рамках программы по выбранной направленности, отсутствие ошибок при раскрытии механизмов описываемых биологических процессов, отсутствие трудностей в ответах на любые дополнительные вопросы. Продемонстрирована высокая степень мотивации к обучению по профилю программы.

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.