

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»

УТВЕРЖДАЮ:

начальник Управления организации приема

Б.А. Липченко

«20» января 2026 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
для поступающих на обучение в ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»
по образовательным программам высшего образования –
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре по научной специальности 2.7.1 Биотехнологии пищевых
продуктов, лекарственных и биологически активных веществ

Междисциплинарный экзамен
*«Биотехнологии пищевых продуктов, лекарственных и биологически
активных веществ»*

1. Пояснительная записка

Настоящая программа вступительного испытания, проводимого федеральным государственным бюджетным учреждением высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (далее – университет, РОСБИОТЕХ) самостоятельно, в соответствии с лицензией на осуществление образовательной деятельности, как на места в рамках контрольных цифр приема на обучение за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, так и на места по договорам об образовании, заключаемым при приеме на обучение за счет средств физических и (или) юридических лиц, определяет возможность поступающих, в том числе инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, осваивать профессиональные образовательные программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в пределах государственных требований.

Программа вступительных испытаний по научной специальности 2.7.1 Биотехнология пищевых продуктов, лекарственных и биологически активных веществ разработана в соответствии с федеральным и государственным образовательным стандартом магистратуры 19.04.01 Биотехнология.

Вступительное испытание проводится очно или с использованием дистанционных технологий в устной форме по экзаменационным билетам путем непосредственного взаимодействия, поступающего с экзаменационной комиссией. Перед началом вступительного испытания поступающий идентифицируется по паспорту или иному документу, удостоверяющему личность. Для подготовки конспекта устного ответа поступающий получает экзаменационный лист, имеющий печать Управления организации приема, и экзаменационный билет. Для подготовки ответа поступающему предоставляется не более 40 минут, по окончании которых поступающий приглашается на собеседование с экзаменационной комиссией. После ответа на вопросы экзаменационного билета каждый член комиссии имеет право задавать дополнительные вопросы поступающему в рамках содержания программы вступительного испытания.

Продолжительность вступительного испытания для поступающих с ограниченными возможностями здоровья увеличивается время не более чем на *90 минут*.

Вступительные испытания с использованием дистанционных технологий проводятся на платформе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» с использованием прокторинга (процедура идентификации личности поступающего).

Экзаменационные билеты составляются в соответствии программой вступительного испытания, включают три вопроса и собеседование по теме научно-исследовательской работы поступающего.

Пересдача экзамена с целью повышения оценки не допускается. Поступающий имеет право подать в апелляционную комиссию в письменном виде апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения экзамена.

Использование учебников и других пособий на вступительном испытании не допускается. Поступающим во время проведения вступительного испытания запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

2. Содержание программы вступительного испытания

1. Биохимия, молекулярная биология, протеомика

Химический состав живых организмов. Аминокислоты. Белки: общие представления и классификация. Строение и свойства белков. Витамины: общая характеристика. Ферменты: строение, свойства и механизмы действия. Кинетика ферментативных реакций. Углеводы: строение и биологические свойства. Нуклеиновые кислоты: строение и свойства. Липиды: строение и биологические свойства. Гормоны: классификация и механизм действия. Общие

представления об обмене веществ и энергии. Митохондрии: структура и функции. Обмен белков: синтез и распад. Катаболизм белков в организме. Анаболизм аминокислот. Обмен нуклеиновых кислот. Реакции матричного синтеза (транскрипция и трансляция). Биосинтез нуклеиновых кислот и белка. Обмен углеводов: основные пути распада и синтеза. Анаболизм углеводов. Обмен липидов. Взаимосвязь обменов веществ. Биологические мембраны: структура и функции. Центральная догма молекулярной биологии. Структура ДНК и история её открытия. Формы ДНК и структура хромосом. Ген, геном и генетический код. Белки как основа жизни: функции и организация. Основные принципы организации белковых молекул. Протеомика как наука о белках: ключевые понятия. Экстрагирование белка: принципы и методы. Методы разделения, идентификации и количественной оценки белков.

Тема 2. Мир микроорганизмов. Прокариоты, эукариоты, археи. Клетка и ее структура.

Таксономия и эволюция микроорганизмов: филогения бактерий, архей и эукариот-микробов; пангеномика. Структура клетки: сравнение прокариотической, архейной и эукариотической архитектур. Клеточные оболочки и мембраны: пептидогликан, S-слой, эфирные/эстерные липиды, мембранные белки. Органеллы и их происхождение: митохондрии, хлоропласты, мембранные системы у протистов. Генетическая организация и регуляция: нуклеоид, плазмиды, хроматин у эукариот, эпигенетика. Горизонтальный перенос генов: конъюгация, трансдукция, трансформация и роль мобильных элементов. Метаболическая пластичность: типы питания (авто-/гетеротрофы, хемо-/фототрофы), пути фиксации CO₂ и азота. Экстремофилы и адаптация: термо-, гало-, кислото- и радиационно-устойчивые микроорганизмы. Спорообразование и устойчивость: механизмы образования спор и их биологическое значение. Рост, деление и контроль клеточного цикла: факторы роста, стресс-ответ, регуляция деления. Микробные сообщества и биопленки: межклеточные взаимодействия, синергия и конкуренция. Микробиомы и экология: почвенные, водные, кишечные сообщества; влияние на экосистемы и здоровье. Взаимодействие с хозяином: патогенез, симбиоз, иммунная модуляция. Антимикробная резистентность: механизмы, распространение, мониторинг. Методы изучения: культуральные и бескультурные подходы, метагеномика, секвенирование ДНК или РНК отдельной клетки, микроскопия супер-разрешения. Протеомика и метаболомика микроорганизмов: функциональная характеристика и ответ на условия. Синтетическая и прикладная микробиология: инженерия метаболизма, биотехнологические применения, биоремедиация. Биобезопасность и этика: управление рисками, регулирование исследований с микроорганизмами. Системная и интегративная биология микробов: моделирование сетей, мультиомиксная интеграция.

Тема 3. Систематика микроорганизмов.

Три раздела таксономии: классификация (иерархия, филогения), номенклатура и идентификация (определители, методы). Понятие вида у микроорганизмов: исторические критерии и геномные стандарты. Молекулярная гибридизация нуклеиновых кислот: методология, историческое значение и заменяющие её геномные методы. 16S рРНК как таксономический маркер: преимущества, ограничения, роль в первоначальной идентификации и филогенезе. Филогеномика и многогенные подходы для точной классификации. Трёхдоменная концепция: бактерии, археи, эукариоты – эволюционные и таксономические следствия. Грамположительные и грамотрицательные бактерии: клеточная

стенка, таксономические и физиологические особенности. Определитель Берджи: содержание, применение и современные цифровые аналоги. Коллекции культур (типовые штаммы): роль в верификации таксономии, хранении, стандартах и доступе к материалам. Культивируемые и некультивируемые микроорганизмы: проблемы культивирования, «микробная тёмная материя», роль метагеномики и одноклеточного секвенирования. Метагеномика: влияние на таксономию и описание новых таксонов без культуры. MALDI-TOF MS и быстрые методы идентификации: применение в клинике и микробиологии. Правила номенклатуры и процедура описания новых видов: типовые штаммы, публикация, валидизация. Lactobacillaceae и молочнокислое брожение: таксономия семейства, родовые перестановки и современные ревизии. Молочнокислые бактерии: экология, биогеография и ключевые таксоны. Катаболизм углеводов у лактобацилл: пути ферментации, гликолитические маршруты, продукция лактата, этанола, ацетата, CO₂. Гомо- и гетероферментативное брожение: биохимия, генетика и практическое значение. Прикладное значение: использование молочнокислых бактерий в пищевой промышленности, стартовые культуры, пробиотики, биоконсервация и биотехнологии.

Тема 4. Экстремофильные микроорганизмы и их роль в биотехнологии.

Понятие экстремофилов: определение, отличие от мезофилов, полиэкстремофилы. Классификация экстремофилов: термо-/гипертермофилы, психрофилы, ацидофилы, алкалифилы, галофилы, ксерофилы, пьезофилы, радиорезистентные и др. Типы питания: органо- и литоавтотрофия, хемо- и фототрофия в экстремальных средах. Биохимические стратегии выживания: адаптации белков, мембран, стабилизация нуклеиновых кислот. Физиологические механизмы: система контроля pH, ионная гомеостаз, протеостаз, антиоксидантные системы, ДНК-репарация. Структурные адаптации ферментов (экстремозимы): термостабильность, холодовая пластичность, солеустойчивость, баростабильность. Ферменты термофилов: примеры и свойства (термостабильные ДНК-полимеразы, протеазы, липазы, целлюлазы, ксиланазы). Методы изучения: культивирование при экстремальных условиях. Бескультурные подходы: метагеномика, метатранскриптомика, одноклеточное секвенирование, метапротеомика. Поиск новых экстремозимов и биомолекул в экстремальных средах. Примеры прикладных применений: биокатализ при экстремальных условиях, биоразрушение, биосенсоры. Роль в биотехнологии: промышленные ферменты, производство биотоплива, синтез полимеров, стабилизация процессов. Археи – общая характеристика: особенности мембран, липидов, хроматина и метаболизма; роль среди экстремофилов. Классификация архей: основные таксоны. Экология архей: местообитания (солёные озёра, горячие источники, глубинные гидротермальные источники, анаэробные осадки). Применение архей в биотехнологии: архейные ферменты (полимеразы), биокатализ в экстремальных средах, биоремедиация, метаногенез в энергетике. Метаболическая инженерия экстремофилов: создание устойчивых биокаталитических штаммов, синтетическая биология для экстремальных условий. Этика и биобезопасность: работа с экстремальными патогенами, регуляция биопроцесов и охрана уникальных экосистем.

Тема 5. Вирусы и бактериофаги.

Строение бактериофагов: капсид, геном (ДНК/РНК), хвостовые структуры, адсорбционные белки. Классификация фагов: семейства, морфотипы. Жизненные циклы: литический и лизогенный. Молекулярные механизмы адсорбции и проникновения в клетку;

рецепторы хозяина. Репликация фагового генома, сборка частицы и выход (лизация, секреция). Фаги и эволюция бактерий: перенос генов (горизонтальный перенос), трансдукция, мобильные генетические элементы. Взаимодействие фаг-хозяин: механизмы устойчивости бактерий. Роль фагов в микробных сообществах и биогеохимии: контроль популяций, влияние на биоразнообразие. Проблема фагов на производстве: порчи культур, биопленки, контаминеры и мониторинг. Бактериофаги в терапии: фаготерапия, клинические испытания, преимущества и ограничения (специфичность, иммунный ответ, регуляция). Фаги как источники биопрепаратов: эндолизины/лизоцимоподобные ферменты (enzybiotics) для уничтожения бактерий. Фаги в генной инженерии: векторы доставки, трансдукция, инструменты для модификации бактериальных геномов. Метагеномика фагов (виروмика): обнаружение «темной материи» вирусов, биоинформатические подходы. Фаги и биозащита: риски, биобезопасность, нормативные аспекты применения. Диагностика и биосенсоры на основе фагов: быстрая идентификация патогенов. Производство и формулирование фаговых препаратов: масштабирование, стабильность, хранение. Комбинации фагов с антибиотиками и пробиотиками: синергия и стратегии преодоления резистентности. Этика и регулирование клинического применения фагов: стандарты качества, патентование, доступность.

Тема 6. Культуры тканей и клеток высших растений. Культуры клеток животных и человека. Роль в биотехнологии

Культуры тканей и клеток высших растений. Основные типы культур: каллусная ткань, суспензионные культуры, культуры органов, протопласты. Способы выращивания: поверхностное и глубинное. Микроклональное размножение. Получение безвирусного посадочного материала. Биосинтез вторичных метаболитов. Создание трансгенных растений с заданными свойствами (устойчивость к гербицидам, вредителям, морозу). Криоконсервация.

Культуры клеток животных и человека. Особенности объектов: первичные культуры, перевиваемые (бессмертные) линии. Производство вирусных вакцин. Получение интерферонов. Гибридная технология. Синтез терапевтических белков. Тканевая инженерия и регенеративная медицина. Токсикологические исследования: использование культур клеток вместо подопытных животных для проверки безопасности лекарств и косметики.

Тема 7. Основы генетики промышленно-ценных микроорганизмов.

Генетика как наука: предмет, методы, значение для биотехнологии. Наследственность и изменчивость: понятия, роль в селекции штаммов. Основные вехи генетики: Мендель, теория хромосом, молекулярная генетика, эра геномики/биоинформатики. Генотип и фенотип: связь, влияние среды и регуляции экспрессии. Наследственные факторы микроорганизмов: гены, регуляторные элементы, опероны. Мобильные элементы: IS-последовательности, транспозоны – механизмы перемещения и роль в адаптации. Плазмиды: типы, роль в переносе генов и биотехнологии. Мутации и модификации генома: типы, эпигенетика, роль в эволюции/инженерии. Локализация мутаций: хромосома, плазмиды, мобильные генетические элементы. Генетические рекомбинации: трансдукция, трансформация, конъюгация – механизмы и применение. Устройство генетического аппарата бактерий: репликация, транскрипция, трансляция, регуляция. Ферменты для генной инженерии: рестриктазы, ДНК-лигазы, ДНК-полимеразы, киназы, фосфатазы. ПЦР: принцип амплификации, основные стадии, ключевые компоненты. Варианты ПЦР и применение:

границы и полезность в контроле качества и мониторинге штаммов. Секвенирование нуклеиновых кислот. Использование NGS в биотехнологии: сборка геномов, ресеквенирование штаммов, метагеномика, обнаружение мутаций и структурных вариантов. Генная инженерия микроорганизмов: CRISPR/Cas, рекомбиназные системы, построение плазмид-конструктов, редактирование для повышения продуктивности. Функциональная геномика и транскриптомика: RNA-seq, анализ регуляторных сетей и ответа на условия культивирования. Протеомика и метаболомика: оценка экспрессии белков, путей метаболизма, таргетирование для инженерии и оптимизации процессов. Биоинформатика: аннотация геномов, вычислительная идентификация генов. Прикладные направления: селекция/инженерия штаммов для улучшения выхода продукта, устойчивости, использованных субстратов и биобезопасности.

Тема 8. Биотехнологическое сырье и продукция

Классификация биотехнологической продукции: биофарма, ферментные препараты, пищевые ферменты, пробиотики, биоудобрения, биопестициды, биотопливо, биополимеры. Категории потребителей: фармацевтика, пищевая промышленность, сельское хозяйство, энергетика, химия, металлургия, нефтепереработка, экология, текстиль. Биотехнологическое сырье: сахаристые и крахмалистые культуры, лигноцеллюлозная биомасса, сельскохозяйственные отходы, пищевые субстраты, промышленные стоки, газовое/CO₂-сырьё, микро- и макроводоросли. Микробные клеточные фабрики: дрожжи, бактерии, грибы – подбор и оптимизация штаммов. Методы производства: ферментация, клеточные культуры, ферментативный синтез, биокатализ, биоконверсии, синтетическая биология. Инженерия метаболизма и оптимизация штаммов: повышение выхода целевых метаболитов, устойчивость к продукту/токсинам, субстратная пластичность. Биопродукты для сельского хозяйства: ферменты, микробные удобрения, микробные инокулянты, биоконтролеры. Биопродукты для медицины: вакцины, белковые препараты, антибиотики, аллергены, пробиотики. Продукция пищевой биотехнологии: стартовые культуры и закваски, функциональные ингредиенты, белковые концентраты, альтернативные белки. Биопластики и биополимеры: сырьё, производственные пути, деградация, применение и экономическая жизнеспособность. Биотопливо и энергетика: биоэтанол, биодизель, биогаз, электробиосинтез. Экологическая биотехнология: биоремедиация, очистка сточных вод, биологическая десульфурация. Контроль качества и стандартизация биотехнологической продукции.

Тема 9. Технологические линии, стадии и этапы производства.

Основы аппаратурно-технологических схем. Типовая структура. Последовательность стадий от подготовки сырья до упаковки готового БАВ. Типы процессов. Биологические (ферментация), физико-химические (стерилизация, экстракция), механические (фильтрация, центрифугирование). Асептика. Требования к герметичности оборудования, поддержанию избыточного давления и стерильности при аэрации культур. Стерилизация в биотехнологии. Стерилизация питательных сред. Термическая: периодическая (в реакторе) и непрерывная (в потоке). Холодная: мембранная фильтрация (для термолабильных компонентов). Очистка и стерилизация воздуха. Многоступенчатая система: фильтры грубой (стекловолокно), предварительной и тонкой очистки (стерилизующие фильтры ФП). Аппаратурное оформление: индивидуальные и головные фильтры. Культивирование и ферментация. Посевной материал. Особенности многоступенчатого получения маточного и производственного инокулята (масштабирование). Процессы культивирования. Классификация: периодическое, полунепрерывное (с подпиткой), непрерывное (хемостат, турбидостат). Условия: обеспечение тепло- и массообмена (растворение кислорода, отвод тепла). Контроль и продуктивность. Мониторинг концентрации субстрата, pH, температуры и накопления продукта. Выделение и очистка БАВ. Дезинтеграция биомассы. Механические (мельницы, гомогенизаторы),

физические (ультразвук, осмотический шок) и химические (ферменты, растворители) методы разрушения клеток. Стадии выделения. Сепарация (разделение фаз), концентрирование (выпаривание, ультрафильтрация), очистка (хроматография, кристаллизация). Сушка. Распылительная, вакуумная, сублимационная (лиофилизация) для сохранения активности продукта.

Тема 10. Промышленная биотехнология

Технологии производства белковых препаратов. Микробный белок (БВК). Сырье: углеводороды (парафины, природный газ), спирты (метанол, этанол), отходы сельского хозяйства. Продуценты: дрожжи, бактерии. Особенности: скорость роста биомассы, стадия сепарации и глубокой сушки. Производство ферментных препаратов. Способы культивирования. Поверхностный (твердофазный): растительные субстраты (отруби), использование мицелиальных грибов. Глубинный: культивирование в жидких средах (основной промышленный метод). Категории очистки. Технические (сырцы), очищенные и высокоочищенные препараты. Имобилизованные ферменты. Закрепление фермента на носителе для многократного использования. Бактериальные и энтомопатогенные препараты. Защита растений. Биопестициды: энтомопатогенные бактерии – производство токсинов против насекомых. Специфическое воздействие на вредителей. Бактериальные удобрения. Культуры азотфиксаторов (ризоторфин) и фосфатмобилизующих бактерий. Производство аминокислот (на примере лизина). Способы получения. Прямой микробиологический синтез (основной), химический синтез, ферментативный синтез. Биосинтез лизина. Использование мутантных штаммов-продуцентов (*Corynebacterium glutamicum*), контроль метаболического пути (обход ретроингибирования). Схема: глубинное культивирование → подкисление → ионообменная очистка → концентрирование → сушка.

Тема 11. Биотехнология биологически активных веществ, пищевых и БАД

Технологии получения концентратов пищевых волокон. Сырьевые источники (отходы переработки растениеводства), методы физико-химической предобработки сырья и способы очистки для получения препаратов с высоким содержанием целлюлозы. Ферментативный гидролиз в производстве пектина. Преимущества энзиматического способа перед кислотным, основные стадии технологического процесса и роли специфических ферментов в высвобождении пектиновых веществ. Микробиологический синтез органических кислот. Технологии получения лимонной, уксусной и молочной кислот, характеристика продуцентов (*Aspergillus*, *Acetobacter*, *Lactobacillus*), способы их культивирования и стадий выделения целевого продукта. Биокаталитическое получение натуральных красителей. Использование ферментных систем для экстракции каротиноидов и антоциановых пигментов, анализ преимуществ биокатализа перед традиционными химическими методами. Биотехнология получения эргостерина. Микробный синтез провитамина D₂ с использованием дрожжевых и грибных культур, особенности накопления стерина в биомассе и этапы их последующего извлечения. Применение ферментных препаратов в пищевой индустрии. Использование ферментов как инструментов для направленной модификации состава сырья, интенсификации производственных процессов и повышения качества продуктов питания в различных отраслях (хлебопекарной, молочной, мясной, винодельческой). Разработка биологически активных добавок (БАД) на основе микробного синтеза. Принципы подбора продуцентов и сырьевых субстратов для получения функциональных ингредиентов с высокой биологической ценностью.

Тема 12. Биофармацевтика

Промышленное производство лекарственных веществ. Получение антибиотиков, вакцин, гормонов, ферментов, витаминов, антител и интерферонов с использованием микроорганизмов-продуцентов, клеточных линий и методов генетической инженерии. Технологии биотрансформации в фармации. Применение ферментов и микроорганизмов для

направленной химической модификации лекарственных соединений с целью улучшения их терапевтических свойств. Биоскрининг и поиск новых лекарственных субстанций. Методики поиска биологически активных веществ (БАВ) в природе и разработка инновационных препаратов на основе природных соединений. Клеточные технологии в производстве лекарств. Культивирование клеток человека и животных для синтеза сложных терапевтических белков, разработки клеточных продуктов и технологий тканевой инженерии. Разработка и производство биофармацевтических препаратов нового поколения. Создание биоаналогов (дженериков биопрепаратов), лекарственных средств на основе нуклеиновых кислот и развитие методов генной терапии. Растительная биотехнология в фармации. Использование культур тканей и клеток растений в качестве биореакторов для синтеза ценных БАВ, а также генетическая модификация растений для получения специфических лечебных соединений. Фармакогеномика и персонализированная медицина. Исследование влияния генетических факторов на фармакологический ответ организма и разработка индивидуальных схем лечения и препаратов, адаптированных под генетический профиль пациента. Контроль безопасности и эффективности биопрепаратов. Использование биотехнологических методов для оценки качества, иммуногенности и токсичности разрабатываемых лекарственных форм.

3. Критерии оценивания результата вступительного испытания

При приеме на программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50 баллов.

Максимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 100 баллов.

Оценка (в баллах)	Критерия выставления оценки
49 и менее	Поступающий не ответил на все вопросы экзаменационного билета, продемонстрировал отсутствие базовых знаний предмета, низкий уровень владения проблематикой рассматриваемых вопросов, допустил грубые нарушения фактологического материала, не ответил в полном объеме на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии, не сформулировал область научных интересов в соответствии с научной специальностью.
50-79	Поступающий в полном объеме ответил на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии, при этом продемонстрировал наличие базовых знаний предмета, допустил незначительные ошибки в изложении фактологического материала, но поступающим сформулирована область научных интересов, соответствующая научной специальности. У поступающего отсутствует опыт научно-исследовательской работы.
80-100	Поступающий в полном объеме ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии, продемонстрировал способность к критическому анализу, оценке и систематизации информации, знание нормативных документов, теоретических положений и тенденций развития рассматриваемого вопроса. Поступающий способен самостоятельно осуществлять планирование научно-исследовательской деятельности, имеет сформированное

	научное мировоззрение. Поступающим определена область научных интересов, соответствующая научной специальности, имеется подтвержденный опыт научно-исследовательской работы и апробации результатов исследования.
Оценка (в баллах)	Критерия выставления оценки

4. Примерный перечень вопросов для подготовки к вступительному испытанию

1. История учения об антибиотиках: вклад отечественных и зарубежных исследователей, современное состояние области в России и мире.
2. Место антибиотиков в ряду антимикробных веществ и физиологически активных метаболитов.
3. Общая классификация антибиотиков по происхождению, способу получения, спектру биологического действия и химическому строению.
4. Практическое применение антибиотиков в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности.
5. Взаимодействие антибиотиков и микробиома человека: анализ пользы, вреда и возможных альтернатив.
6. Характеристика продуцентов антибиотиков (бактерии, грибы, простейшие, растения, животные) и методы их выделения и культивирования.
7. Регуляция биосинтеза антибиотиков: влияние состава среды, роли предшественников и механизмов катаболитной репрессии.
8. Специфические группы антибиотиков: антибактериальные, противогрибковые, противогельминтные, противопротозойные и противоопухолевые средства.
9. Характеристика основных классов антибиотиков: бета-лактамы, аминогликозиды, хинолоны/фторхинолоны, макролиды, тетрациклины, гликопептиды, линкозамиды и пептидные антибиотики.
10. Молекулярные мишени действия антибиотиков: синтез клеточной стенки, функции мембран, транскрипция, трансляция и репликация ДНК.
11. Эволюция и виды устойчивости микроорганизмов: природная (фенотипическая) и приобретенная резистентность.
12. Генетические механизмы распространения устойчивости: роль мутаций, горизонтального переноса генов, R-плазмид, транспозонов и интегронов.
13. Методы определения антибиотикоустойчивости: метод серийных разведений, диско-диффузионный метод и E-тесты.
14. Основные биохимические механизмы резистентности: ферментативная модификация антибиотика, изменение мишени, снижение проницаемости клетки и активный выброс (эффлюкс).
15. Молекулярные основы защиты мишеней: структурная модификация сайтов связывания, защита целевого участка и обход метаболических путей.
16. Фармакодинамика и фармакокинетика антибиотиков: механизмы воздействия на патоген, процессы всасывания, распределения и выведения из организма.
17. Профилактика резистентности и перспективные методы борьбы: ингибирование систем чувства кворума (quorum sensing).
18. Множественная лекарственная устойчивость и характеристика опасных патогенов (MRSA, VISA, VRE).
19. Применение инструментов биоинформатики для анализа геномов антибиотикоустойчивых микроорганизмов.
20. Использование полногеномного секвенирования (WGS) для мониторинга и сдерживания антибиотикорезистентности.
21. Идентификация *in silico* сероваров, антигенных профилей, плазмид и генов устойчивости в бактериальных геномах.

22. Метагеномика как инструмент антимикробного надзора: анализ «резистома» в различных экосистемах и клинических образцах.
23. Использование специализированных баз данных (CARD, ResFinder, ARG-ANNOT) и аналитических платформ для мониторинга генов устойчивости к антибиотикам.
24. Применение инструментов машинного обучения и искусственного интеллекта для прогнозирования антибиотикорезистентности на основе геномных данных.
25. Стратегии сдерживания и контроля антибиотикоустойчивых микробных загрязнителей в пищевой цепи: современные тенденции и барьерные технологии.
26. Пути миграции и схема движения детерминант резистентности в биосфере.
27. Нормативно-правовое регулирование и законодательные акты РФ и международного сообщества в области анализа рисков антимикробной резистентности.
28. Современная сфера деятельности биоинженерии: интеграция инженерных принципов в биологию и медицину.
29. Инновационные подходы в генной, клеточной и тканевой инженерии: от редактирования генома до создания искусственных органов.
30. Периодизация развития биоинженерии: от эмпирических методов древности до современной эпохи биоинжиниринга и генных технологий.
31. Переход от экстенсивных к интенсивным биотехнологическим процессам на основе фундаментальных исследований суперпродуцентов.
32. Генно-инженерные технологии в создании продуктов с заданными свойствами: аминокислоты, витамины, терапевтические белки.
33. Дизайн и создание синтетических организмов с минимальным геномом и специфическими функциями.
34. Аппаратурное оформление современных биоинженерных схем: биореакторы нового поколения и системы мониторинга.
35. Автоматизация, цифровизация и внедрение «цифровых двойников» в оптимизацию биотехнологических производств.
36. Применение методов биоинжиниринга в репродуктивных технологиях и воспроизводстве животных.
37. Задачи и инструментарий генной инженерии в конструировании биологических объектов с измененными метаболическими путями.
38. Клеточная инженерия: методы гибридизации, микроинъекций и их роль в создании новых биосистем.
39. Промышленное культивирование клеток в регулируемых условиях для получения БАВ и клеточных масс.
40. Тканевая инженерия: разработка биосовместимых каркасов (скаффолдов) и создание функциональных биоматериалов.
41. Роль культур клеток человека и животных в фармацевтической промышленности и токсикологических исследованиях.
42. Ферментативный инструментарий генной инженерии: рестриктазы, лигазы, полимеразы и модифицирующие ферменты.
43. Технологические схемы производства ферментных препаратов медицинского и промышленного назначения.
44. Сравнительная характеристика глубинного и поверхностного способов культивирования продуцентов ферментов.
45. Биоинженерия в регенеративной медицине: использование стволовых клеток и генной терапии.
46. Стратегии поиска антибиотиков нового поколения: использование методов геномного майнинга и метагеномного скрининга.
47. Биотехнологическое производство гормонов (инсулин, гормон роста) методами рекомбинантных ДНК.

48. Ферменты медицинского назначения в терапии тромбозов, наследственных заболеваний и онкологии.
49. Полимеры в биоинженерных системах: биodeградируемые материалы и умные полимеры для доставки лекарств.
50. Применение полимерных материалов в биосенсорах, диагностических чипах и микрофлюидных устройствах.
51. Имобилизованные биокатализаторы: методы получения и применение в крупнотоннажной биотехнологии.
52. Биоинжиниринг в растениеводстве: создание культур, устойчивых к абиотическим факторам и патогенам.
53. Биodeградация пестицидов и ксенобиотиков: использование генетически модифицированных микроорганизмов для очистки почв.
54. Биоинжиниринг в энергетике: микробные топливные элементы и технологии получения биотоплива (этанол, биодизель, метан).
55. Биотехнологические методы получения водорода как экологически чистого энергоносителя будущего.
56. Биоинженерия в пищевой промышленности: создание ферментированных продуктов, пробиотиков и ферментов-улучшителей.
57. Биогеоинженерия: использование биологических систем для глобального мониторинга и восстановления окружающей среды.
58. Системная биология и метаболическая инженерия: проектирование клеточных фабрик на основе математических моделей.
59. 3D-биопринтинг: послойное создание живых тканей и перспективы биопечати целых органов.
60. Этические, социальные и правовые аспекты биоинженерии в современном обществе.
61. Биоинформатика: определение, основные задачи и роль в современной биологии и медицине.
62. История возникновения биоинформатики и переход от «мокрой» к «сухой» (*in silico*) биологии.
63. Биоинформатика и теория эволюции: компьютерный анализ происхождения видов.
64. Основные методы анализа биологических последовательностей ДНК и белков.
65. Сравнение сходства последовательностей с помощью точечных матриц и парного выравнивания.
66. Применение выравниваний в филогении и принципы построения эволюционных деревьев.
67. Программа BLAST: поиск гомологов и определение таксономической принадлежности микроорганизмов.
68. Компьютерная геномика и основные элементы анализа полных геномов.
69. Задачи структурной биоинформатики и методы изучения пространственной формы молекул.
70. Проблема фолдинга (сворачивания) белка и современные подходы к ее решению.
71. Методы молекулярного моделирования: моделирование по гомологии и методы *de novo* (проект Rosetta).
72. Молекулярный докинг и динамика: моделирование взаимодействия лиганд-рецептор.
73. Специализированные информационные ресурсы по антибиотикоустойчивости (CARD, ResFinder, ARG-ANNOT и др.).
74. Использование базы данных VacMet для поиска генов устойчивости к металлам и антибиотикам.

75. Применение инструментов биоинформатики и пептидомики для поиска и дизайна биоактивных пептидов.
76. Использование масс-спектрометрии в сочетании с биоинформатикой для идентификации белков.
77. Инструменты предсказания свойств пептидов: PeptideRanker, ToxinPred, AntiCP и AntiBP2.
78. Характеристика крупнейших биологических баз данных: NCBI, UniProt, BIOPER.
79. Проект «Геном человека»: история реализации, основные итоги и значение.
80. Будущее биоинформатики: перспективы замены лабораторных экспериментов компьютерным моделированием.
81. Нутрициология как наука о питании здорового и больного человека: цели, задачи и связь с другими дисциплинами.
82. Особенности и структура питания современного человека, влияние рациона на состояние здоровья населения.
83. Основные нарушения пищевого статуса и их связь с развитием алиментарно-зависимых заболеваний.
84. Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания: концепция, законодательная база и задачи.
85. Классификация современных продуктов питания по их функциональному назначению и способам производства.
86. Биологическая роль макронутриентов: характеристика белков, липидов и углеводов в питании.
87. Микронутриенты в рационе человека: физиологическое значение витаминов и минеральных веществ.
88. Пищевая и биологическая ценность сырья и готовой продукции: методы оценки и факторы сохранения.
89. Принципы рационального питания и формула сбалансированности основных пищевых веществ.
90. Возрастная нутрициология: потребности в питательных веществах детского организма и людей пожилого возраста.
91. Оздоровительное действие антиоксидантов и их роль в профилактике оксидативного стресса.
92. Пищевая недостаточность: виды дефицитных состояний, причины возникновения и методы коррекции.
93. Современные способы оптимизации питания: классификация и назначение различных видов питания.
94. Биологически активные добавки к пище (БАД): определение, классификация по группам и роль в коррекции рациона.
95. Научные основы создания функциональных продуктов питания и требования к функциональным ингредиентам.
96. Классификация физиологически функциональных ингредиентов: белки, ПНЖК, фосфолипиды, витамины и минералы.
97. Роль пищевых волокон в организме и технологии получения продуктов, обогащенных клетчаткой.
98. Микробиологические аспекты питания: пробиотики, пребиотики, симбиотики и синбиотики.
99. Основные этапы разработки и вывода на рынок нового функционального пищевого продукта.
100. Технологические принципы и задачи обогащения продуктов массового потребления микронутриентами.

101. Факторы, определяющие стабильность и биодоступность функциональных ингредиентов в составе продуктов.
102. Характеристика функциональных продуктов.
103. Специализированные и лечебно-профилактические продукты: требования к составу и назначению.
104. Биопрепараты на основе белков, пептидов и аминокислот в биотехнологии продуктов питания.
105. Комплексные биопрепараты: формы выпуска, функциональные свойства и способы применения.
106. Принципы конструирования комбинированных продуктов питания с заданным химическим составом.
107. Генетически модифицированные организмы (ГМО) и модифицированные источники пищи: технологии получения и оценка безопасности.
108. Инновационные технологии в производстве биологически активных веществ и специализированного питания.
109. Мониторинг качества и безопасности функциональных ингредиентов и готовых обогащенных продуктов.
110. Определение безопасности функциональных ингредиентов методом биотестирования на клеточных тест-культурах.
111. Бифидогенные свойства функциональных продуктов и их роль в поддержании микробиома.
112. Классификация минеральных веществ: основные функции, источники и физиологическая роль в организме.
113. Рекомендуемые уровни потребления минеральных веществ и препараты, применяемые для обогащения продуктов питания.
114. Комплексные биопрепараты минеральных веществ в технологии функциональных продуктов.
115. Биологически активные добавки: оценка рисков и факторов безопасности по их кинетическим характеристикам.
116. Свойства стартовых культур как основа биобезопасности и качества ферментированных продуктов.
117. Необходимость и методы клинического обоснования общеукрепляющего действия БАД к пище.
118. Национальные стандарты РФ (ГОСТ) в области нутрициологии и генетической инженерии.
119. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*.
120. Эндонуклеазы рестрикции: классификация, свойства и особенности механизма действия.
121. ДНК-полимераза I *E. coli*: строение, особенности механизма действия и применение.
122. Векторные молекулы ДНК: требования, типы и особенности молекулярной организации векторов для клонирования.
123. Основные этапы типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК.
124. ДНК-зонды: классификация по размерам и типам, способы их получения.
125. Методы мечения ДНК-зондов: сравнительная характеристика различных типов меток.
126. Саузерн- и Нозерн-блот анализ: принципы, отличия и практическое применение.
127. Стратегии клонирования генов: получение геномных и кДНК библиотек.
128. Методы скрининга и отбора нужных последовательностей в геномных библиотеках.

129. Принцип полимеразной цепной реакции (ПЦР): компоненты, этапы цикла и оптимизация условий.
130. Требования к ферментам и критерии выбора праймеров для проведения ПЦР.
131. Области применения ПЦР в биотехнологии, медицине и пищевой промышленности; основы метода Иммуно-ПЦР.
132. Сравнительный анализ направленного и неупорядоченного мутагенеза: преимущества и недостатки.
133. Принципы повышения эффективности направленного мутагенеза.
134. Получение точечных мутаций, делеций и вставок с помощью ПЦР-технологий.
135. Микроорганизмы-реципиенты в генетической инженерии и специфика взаимосвязей вектор-хозяин.
136. Структура генома дрожжей и особенности процессирования белков в эукариотических системах.
137. Типы рекомбинантных векторов для дрожжей: эписомные, интегративные и репликативные системы.
138. Искусственные хромосомы дрожжей (YAC) и их роль в клонировании крупных фрагментов генома.
139. Общие понятия о трансгенах и современные методы создания трансгенных организмов.
140. Методы получения трансгенных животных и механизмы встраивания генетических конструкций.
141. Использование трансгенных животных как биореакторов для производства терапевтических белков.
142. Трансгенные растения: роль Ti- и Ri-плазмид агробактерий в переносе Т-ДНК.
143. Принципиальные отличия в создании векторов для грамотрицательных и грамположительных бактерий.
144. Особенности экспрессии рекомбинантных белков в *E. coli*: требования к системам экспрессии.
145. Сравнительный анализ генно-инженерных и традиционных методов получения биологически активных белков.
146. Достоинства и недостатки клонирования генов в плазмидных и фаговых векторах.
147. Методы анализа структурно-функциональной организации белковых молекул.
148. Создание белков de novo и стратегии направленной эволюции в белковой инженерии.
149. Принципы конструирования искусственных белков с требуемыми каталитическими свойствами.
150. Методы направленного изменения субстратной специфичности и термостабильности ферментов.
151. Технология фагового дисплея для скрининга и отбора белков с заданными свойствами.
152. Получение моноклональных антител: технология гибридом и их применение в биофармацевтике.
153. Система CRISPR/Cas9: принципы направленного редактирования геномов.
154. Роль биоинформатики в анализе сиквенсов и проектировании генетических векторов.
155. Метаболическая инженерия: создание новых путей биосинтеза в микробных клетках.
157. Высокопроизводительное секвенирование (NGS) в анализе безопасности биотехнологических продуктов.
158. Концепция синтетической биологии и стандартизация биологических элементов.

159. Организация и устройство биотехнологической лаборатории: принципы зонирования, необходимое оборудование и методы стерилизации помещений, посуды, инструментов и питательных сред.

160. Специфика работы с растительными объектами *in vitro*: история развития методов, выбор таксонов для культивирования и способы получения стерильных проростков.

161. Методы поверхностной стерилизации растительных эксплантов: выбор реагентов, концентраций и экспозиции для обеспечения асептики.

162. Понятие тотипотентности растительных клеток и механизмы реализации этого свойства в условиях культуры тканей.

163. Биология стволовых клеток: классификация (эмбриональные, соматические), свойства (тоти-, плюри-, мультипотентность) и перспективы применения в медицине.

164. Процессы дифференцировки, дедифференциации и пролиферации клеток: причины, механизмы и значение для морфогенеза.

165. Каллусная культура: условия индукции каллусогенеза, морфологические типы каллусов и характеристика фаз их ростового цикла.

166. Роль фитогормонов в биотехнологии: классификация основных групп (ауксины, цитокинины, гиббереллины и др.) и их влияние на процессы регенерации и каллусообразования.

167. Типы морфогенеза *in vitro*: сравнительная характеристика органогенеза и соматического эмбриогенеза.

168. Технология получения и культивирования клеточных суспензий и изолированных клеток: методы выращивания и особенности их жизнедеятельности.

169. Питательные среды для культур клеток и тканей: химический состав (макро- и микроэлементы, витамины, углеводы), функции компонентов и специфика сред для растительных и животных систем.

170. Ростовые факторы и использование бессывороточных сред в технологии культивирования клеток животных.

171. Кинетика роста клеточных популяций: детальная характеристика фаз ростовой кривой и параметров клеточного цикла.

172. Классификация культур клеток животных: сравнительный анализ первичных культур, клеточных штаммов и бессмертных (линий) клеток.

173. Технологические требования к промышленным клеточным штаммам: паспортизация, стабильность и научно-практическая ценность.

174. Методы пассирования и субкультивирования клеток: техника пересева, понятие пассажа и феномен топоингибирования (контактного торможения).

175. Особенности роста опухолевых клеток: утрата контроля деления, изменение морфологии и отличия от нормальных клеточных линий.

176. Способы культивирования клеток животных: сравнительная характеристика монослойного и суспензионного методов.

177. Системы культивирования клеток: периодические (непроточные), проточные (непрерывные) и перфузионные процессы.

178. Технология культивирования клеток на микроносителях: типы материалов, свойства носителей и преимущества метода для промышленной биотехнологии.

179. Вторичные метаболиты растений: биологическое значение, преимущества получения *in vitro* и сравнение с традиционным сельскохозяйственным производством.

180. Криосохранение клеточных культур: физические принципы криобиологии, этапы замораживания и роль криопротекторов.

181. Применение клеточных технологий в решении фундаментальных задач биологии, генетики, селекции и практической медицины.

182. Сравнительная характеристика использования клеточных культур и лабораторных животных в исследованиях: этические аспекты, преимущества и недостатки.

183. Принципы биотестирования и его прикладное значение в контроле качества и безопасности пищевой промышленности.
184. Организация и оборудование лаборатории клеточных культур: техническое оснащение, правила техники безопасности при работе с криогенными системами (сосуды Дьюара) и баллонами со сжатыми газами.
185. Методы количественного анализа клеточных популяций: техника подсчета клеток в камере Горяева и оценка жизнеспособности.
186. Биотехнологический потенциал пробиотических микроорганизмов: механизмы адгезивности бактерий и их роль в конструировании функциональных продуктов.
187. Молекулярные основы наследственности: информационная емкость ДНК, универсальность генетического кода и механизмы транскрипции.
188. Сравнительная характеристика структуры и экспрессии генов у прокариот и эукариот; основы генетики популяций микроорганизмов.
189. Генетическая изменчивость: механизмы спонтанного и индуцированного мутагенеза; принципы построения генетических карт.
190. Внехромосомные и мобильные генетические элементы: биология плазмид и транспозонов, их использование в качестве инструментов инженерии.
191. Бактериофаги как объекты и инструменты биотехнологии: классификация, жизненные циклы и применение в молекулярном клонировании.
192. Ферментативный аппарат генетической инженерии: системы рестрикции-модификации и ферменты для манипуляций с нуклеиновыми кислотами.
193. Векторные системы для клонирования: типы векторов, их молекулярная организация и стратегии выбора для конкретных задач.
194. Технологии создания и скрининга геномных библиотек: этапы сборки генов и идентификация целевых последовательностей.
195. Методы введения рекомбинантной ДНК в клетки: трансформация, электропорация и способы селекции трансформантов.
196. Аналитические методы молекулярной биологии: электрофорез, радиоавтография и различные виды блоттинга (Southern, Northern, Western).
197. Эволюция методов определения нуклеотидной последовательности: от классического секвенирования по Сэнгеру и пиросеквенирования до технологий нового поколения (NGS на примере Illumina).
198. Методы анализа модификаций ДНК: бисульфитное секвенирование и его роль в изучении эпигенома.
199. Полимеразная цепная реакция (ПЦР): основные направления применения, диагностика патогенов и использование в анализе пищевых продуктов.
200. Биологические модельные системы в биоинженерии: сравнительная характеристика *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae* и бактерий рода *Bacillus*.
201. Производство рекомбинантных белков: стратегии экспрессии бактериальных генов в различных системах и выделение белковых продуктов.
202. Белковая инженерия и дизайн *de novo*: методы направленного мутагенеза для изменения свойств природных белков и создание искусственных структур.
203. Концепции синтетической биологии: «Генетическое LEGO», дизайн генетических сетей и схем, создание биосенсоров и программируемых пробиотиков.
204. Цифровизация биологии: «виртуальная лаборатория», облачные сервисы для программирования биологических экспериментов и базы данных инженерной биологии.
205. Омиксные технологии в системной биологии: транскриптомика, протеомика, метаболомика, эпигеномика, липидомика и гликомика.
206. Современные стратегии конструирования живых систем: переход от изучения естественных организмов к созданию искусственных биологических объектов.
207. Протеомика как наука: цели, задачи и фундаментальное понятие протеома в сравнении с геномом.

208. Уровни структурной организации и механизмы стабилизации белковых молекул: детерминация биологических функций пространственной архитектурой белка.

209. Методология пробоподготовки в протеомных исследованиях: стратегии экстракции белков из различных биообъектов и методы их количественной оценки.

210. Аналитические методы разделения белковых смесей: сравнительная характеристика электрофоретических (1D и 2D электрофорез) и хроматографических методов (ВЭЖХ, жидкостная хроматография).

211. Идентификация белков: принципы иммуноферментного анализа (ИФА) и использование масс-спектрометрических данных в сочетании с биоинформатическими алгоритмами.

212. Биоинформатическое обеспечение протеомики: классификация, потенциал и архитектура современных баз данных белков.

213. Методы компьютерного прогнозирования в протеомике: поиск белков по гомологии, моделирование пространственной структуры и предсказание биологически активных свойств пептидов.

214. Молекулярное моделирование белок-белковых и белок-лигандных взаимодействий: принципы фолдинга и задачи докинга в современной биоинженерии.

215. Прикладные аспекты протеомики в медицине и фармации: создание протеомных карт для диагностики заболеваний и поиска новых терапевтических мишеней.

216. Протеомный анализ в микробиологии и эволюционной биологии: экспресс-идентификация микроорганизмов и исследование механизмов молекулярной эволюции.

217. Биофармацевтика как научно-прикладная дисциплина: цели, задачи и значение фармацевтической биотехнологии для медицины и смежных отраслей.

218. Нормативно-правовое регулирование в биофармацевтике: требования к качеству и безопасности препаратов, специфика документации для биообъектов.

219. Генетическая инженерия в производстве лекарственных средств: методы рекомбинации ДНК и создание высокоэффективных штаммов-продуцентов биофармацевтических субстанций.

220. Биотехнология рекомбинантных белковых препаратов: особенности синтеза, выделения и очистки на примере инсулина и соматотропных гормонов (гормонов роста).

221. Система цитокинов в биофармацевтике: классификация и технологии получения интерферонов (альфа, бета, гамма) и интерлейкинов методом микробиологического синтеза.

222. Иммунобиотехнология: разработка и технологические схемы производства вакцин нового поколения (рекомбинантных, векторных), лечебных сывороток и иммуномодуляторов.

223. Промышленная биотехнология первичных и вторичных метаболитов: микробиологический синтез аминокислот, витаминов и ферментных препаратов.

224. Биоконверсия стероидных соединений: традиционные источники, использование мультиферментных комплексов и специфических штаммов-микроорганизмов для получения стероидных гормонов.

225. Растительная биотехнология в фармации: метаболизм растительных клеток *in vitro*, роль фитогормонов и получение лекарственных веществ из культур женьшеня, родиолы розовой, стевии и других растений.

226. Антибиотические вещества: пути биосинтеза, характеристика продуцентов и молекулярные механизмы бактериальной резистентности (плазмидная и хромосомная устойчивость).

227. Теоретические основы биофармации: механизмы высвобождения лекарственных веществ, факторы эффективности препаратов и методы оценки биодоступности (*in vitro* и *in vivo*).

228. Сравнительная характеристика лекарственных препаратов: оригинальные лекарства, дженерики, референтные препараты и биоаналоги; понятие терапевтической эквивалентности.

229. Инновационные системы доставки лекарств: препараты направленного действия с заданными фармакокинетическими свойствами, использование нанотехнологий и терапевтические системы новых поколений.

230. Клинические аспекты биофармации: принципы выбора рациональной лекарственной формы, разработка возрастных препаратов и проблема полипрагмазии (взаимодействия лекарств).

231. Взаимодействие лекарственных средств и компонентов пищи: принципы выбора рациональной диеты при медикаментозной терапии и биофармацевтические аспекты их совместного приема.

232. Проблема трансмиссивной антибиотикорезистентности в агропромышленном комплексе: механизмы возникновения и пути предотвращения распространения через пищевые цепи.

233. Сельскохозяйственная биотехнология как наука: определение, приоритетные задачи и основные направления внедрения инноваций в сельское хозяйство.

234. Микробиологический синтез белка как стратегический ресурс («пища будущего»): сравнительная характеристика содержания белка в биомассе различных групп микроорганизмов.

235. Эколого-экономические аспекты производства белка: концепция кругового биоэкологического подхода и анализ продуктивности различных белковых источников.

236. Биотехнология дрожжевого белка: преимущества дрожжевых клеток, промышленно значимые виды и использование агропромышленных отходов в качестве субстратов.

237. Специфика получения белка из альтернативных продуцентов: особенности культивирования водородных бактерий, метанотрофов и биомассы высших грибов (шампиньоны, вешенки).

238. Глубокая переработка микробной биомассы: методы деструкции нуклеиновых кислот, экстракции липидов и технологические схемы получения очищенных белковых концентратов.

239. Биотехнология микопroteина и микроводорослей: биохимический состав, спектр биологической активности и роль в снижении углеродного следа (парниковых газов).

240. Промышленное производство аминокислот: анализ мирового рынка, сравнительная оценка методов химического синтеза, гидролиза белков и прямого биосинтеза.

241. Биохимические основы сверхсинтеза аминокислот: используемые штаммы-продуценты, роль цикла трикарбоновых кислот (ЦТК) и предшественники в синтезе лизина.

242. Метаболическая инженерия в производстве аминокислот: стратегии направленного улучшения штаммов для повышения выхода лизина и ароматических аминокислот.

243. Технология ферментации аминокислот: параметры культивирования, сравнительная характеристика периодических и непрерывных режимов работы ферментеров.

244. Процессы выделения и очистки аминокислот из культуральной жидкости: современные аналитические методы, моделирование процессов и оптимизация выхода продукта.

245. Технологические регламенты производства важнейших незаменимых аминокислот: стадии получения кристаллического L-лизина, метионина и L-лейцина.

5. Рекомендуемая литература

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2.
2. Биотехнология. Под ред. В.А. Колодзяной, М.А. Сомотруевой. Изд-во ГОЭТАР, 2020. – 384 с.
3. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение/ Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 465 с.
4. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии/ В.В. Бирюков. М.: КолосС. 2004. – 296 с.
5. Тейлор Д. Биология : в 3т. Т.1 / Д.Тейлор, Н.Грин, У.Стаут ; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. – 13-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2021.– 454с.
6. Безбородов А.М., Загустина Н.А., Попов В.О. Ферментативные процессы в биотехнологии. – М.: Наука, 2008. – 335 с.
7. Грачева И.М., Иванова Л.А. Биотехнология биологически активных веществ. – М.: Элевар, 2006. – 453 с.
8. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. Изд. 3-е. М., Изд. «Элевар», 2000.
9. Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С. Пищевая биотехнология. Кн.2. Переработка растительного сырья. – М.: КолосС, 2008. – 472 с.
10. Биотехнология. / Учебник и практикум для академического бакалавриата в 2 ч. Часть 2, 2-е изд., -М.: ЮРАЙТ / Под ред.Загоскиной Н.В. и Назаренко Л.В. / 2018. – 213с.
11. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 381 с.
12. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учеб. пособие для вузов / О. Н. Чечина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 231 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс).
13. Моисеев, Д.В., Лукашов, Р.И., Веремчук, О.А., Моисеева, А.М. Фармацевтическая биотехнология : пособие / Д.В. Моисеев, Р.И. Лукашов, О.А. Веремчук, А.М. Моисеева // под ред. Д.В. Моисеева. – Витебск: ВГМУ, 2019. – 293 с.
14. Шевелуха В.С. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия. Изд. Ленанд, 2015, – 170 с.
15. Сарафанова ЛА. Современные пищевые ингредиенты. Особенности применения. Функциональные свойства и применение. – СПб.: Издательство «Профессия», 2009. – 208 с.
16. Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 415 с
17. Машенцева Н.Г., Борисенко Е.Г., Чурмасова. Л.А. Выделение чистых культур дрожжей и мицелиальных грибов и их идентификация. Практикум по дисциплине «Селекция микроорганизмов и создание активных продуцентов» для студентов направлений бакалавриата 19.03.01 – Биотехнология и магистратуры 19.04.01 – Биотехнология. – М. Издательство Перо, 2020. – 67 с.
18. Машенцева Н.Г., Иванова Л.А., Фоменко И.А. Микробиологическая оценка качества сырья и биотехнологической продукции молекулярно-генетическими и протеомными методами. Учебное пособие по дисциплине «Микробиологические методы оценки качества сырья и биотехнологической продукции» для студентов направлений бакалавриата 19.03.01 – Биотехнология и магистратуры 19.04.01 – Биотехнология. – М. Издательство Перо, 2020. – 103 с.
19. Теплов В.И. Физиология питания: Учебное пособие / В.И. Теплов, В.Е. Боряев. – М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и ко », 2012. – 452 с.
20. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учеб. пос. – А.Г. Храмцов и др. – СПб: ГИОРД, 2009. – 424 с.

21. Тишин В. Б. Культивирование микроорганизмов: кинетика, гидродинамика, тепломассообмен. – СПб.: Издательство «Профессия», 2012 г. – 184 с.
22. Ферменты в пищевой промышленности / Уайтхерст Р., Мортен ван Оорт. Издательство «Профессия», 2013. – 408 с.
23. Химия пищевых продуктов / О. Р. Феннема. – СПб.: Издательство «Профессия», 2012. – 1040 с.
24. Фармацевтическая технология. Технология лекарственных форм: учебник / И.И. Краснюк, Г.В. Михайлова, Т.В. Денисова, В.И. Скляренко; под ред. И.И. Краснюка, Г.В. Михайловой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 648 с.
25. Красникова Л.В. Микробиология: учебное пособие. – СПб.: Троицкий МОСТ, 2012. – 296 с.
- Общая и молекулярная биотехнология
26. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 381 с.
27. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Ш. Паттерн. – Пер. 6-го англ. изд. – М. : Лаборатория знаний, 2023. – 544 с.
28. Патрушев, Л. И. Искусственные генетические системы / Л. И. Патрушев. – М. : Наука, 2022. – 560 с.
29. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия / С. Н. Щелкунов. – 5-е изд. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 2022. – 552 с.
30. Биофармация : учебник / И. А. Наркевич и др. ; под ред. И. А. Наркевича. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 528 с. – ISBN 978-5-9704-7431-0.
31. Фармацевтическая биотехнология : учебник / В. А. Быков и др. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 504 с.
32. Биотехнология лекарственных средств : учебное пособие / О. А. Казимирко и др. – СПб. : Лань, 2023. – 240 с.
33. Чупин, В. В. Липосомальные системы доставки лекарственных веществ / В. В. Чупин, М. Е. Гребенникова. – М. : Бином, 2022.
34. Биотехнология продуктов питания из растительного сырья : учебник / под ред. И. П. Березовиковой. – СПб. : ГИОРД, 2022. – 448 с.
35. Пищевая химия : учебник для вузов / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг и др. – 7-е изд., стер. – СПб. : ГИОРД, 2023. – 672 с.
36. Биотехнология нутрицевтиков и функциональных продуктов / под ред. Д. А. Куликова. – М. : ДеЛи принт, 2022. – 312 с.
37. Омиксные технологии в пищевой биотехнологии / под ред. А. Б. Лисицына. – М. : Наука, 2021/2022.
38. Биоинформатика : учебник для академического бакалавриата / под ред. И. А. Наркевича. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 400 с.
39. Масс-спектрометрия в протеомике и биомедицине / под ред. А. Т. Копылова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 352 с.
40. CRISPR-системы: Редактирование геномов / Д. Дудна, С. Штернберг ; пер. с англ. – М. : Альпина нон-фикшн, 2022. – 380 с. (Для подготовки по современным методам генной инженерии).
41. Pharmaceutical Biotechnology: Fundamentals and Applications / D. J. A. Crommelin et al. – 6th Edition. – Springer, 2023.
42. Introduction to Food Biotechnology / Perry Johnson-Green. – CRC Press, 2023.