

Комитет общего профессионального образования Ленинградской области  
Государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования Ленинградской области

**ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени А.С. Пушкина**

«Утверждаю»

Проректор

по учебно-методической работе

*С.Н. Большаков*

«29» октября 2020 г.



**Вступительное испытание «Биотехнология»**

**Направление подготовки 19.04.01 «Биотехнология»**

**По программе подготовки «Молекулярная генетика, геновая инженерия и  
омиксные технологии»**

Санкт-Петербург  
2020 г.

## **Пояснительная записка**

Программа вступительного экзамена в магистратуру по направлению биотехнология предполагает систематизацию знаний по теоретическим и прикладным вопросам биологических технологий, их химическим и техническим аспектам, связи этой дисциплины с другими науками.

Для успешной подготовки к экзамену необходимы знания, умения и компетенции, полученные студентами в результате изучения всех биологических и химических дисциплин, в процессе обучения, а также курсов математики и физики. Это дает возможность более свободно оперировать уже известными студентам естественнонаучными понятиями.

Вступительное испытание проходит в виде тестирования.

### **Темы программы подготовки:**

#### **Тема 1. История развития биотехнологии и основные ее аспекты**

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания – биологические (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных и др.), химические (химическая технология, физическая (биофизическая) химия, органическая химия, биоорганическая химия, компьютерная и комбинаторная химия и др.), технические (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов и др.).

Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.

Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические). Научные основы инженерного оформления биотехнологии.

#### **Тема 2. Биологические аспекты биотехнологии**

Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности. Химический состав клетки (нуклеиновые кислоты, белки, полисахариды, липиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, пептидогликаны, полифосфаты, минеральные компоненты и вода).

Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий.

Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз).

Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости.

Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.

Молекулярные основы организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер.

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.

Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ. Физиология питания. Элементы питания, их значение для процесса биосинтеза. Разнообразие типов питания микроорганизмов (автотрофия, гетеротрофия, фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемолитотрофия, хемоорганотрофия). Разнообразие источников углерода, азота, фосфора, серы и других элементов, используемых микроорганизмами.

Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.

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

Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов.

Смешанные культуры, консорциумы.

Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электронтранспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение.

Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Полное аэробное окисление субстрата, неполное окисление и трансформация органических субстратов. Окисление неорганических субстратов. Особенности бактериального фотосинтеза.

Биосинтетические процессы. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки.

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

Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.

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

Молекулярные основы наследственности.

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.

Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл.

Исследование структуры и функции гена.

Элементы генетического анализа. Цис-транс- комплементационный тест. Генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Выявление функции гена.

Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Основы генной инженерии.

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.

### **Тема 3. Химические аспекты биотехнологии**

Методы исследования: химические, физические, физико-химические, биохимические.

Белки. Аминокислоты, как мономерные структурные единицы белков и пептидов. Стереохимия. Уровни структуры белков. Первичная структура: методы определения последовательности аминокислот, секвенаторы. Вторичная структура белков. Третичная и четвертичная (субъединичная) структуры белков. Роль водородных, ионных, дисульфидных связей,

гидрофобных взаимодействий. Денатурация (обратимая, необратимая) белков. Понятие о регуляторных белках.

Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Структурные компоненты. Типы связей. Пространственная структура полимерных цепей. Двойная спираль ДНК. Комплементарность оснований. Методы определения нуклеотидной последовательности в нуклеиновых кислотах. Рестрикция, рестриктазы.

Биосинтез нуклеиновых кислот. Ферменты биосинтеза. Понятие о транскрипции, обратная транскриптаза.

Углеводы. Моносахариды. Целлюлоза, крахмал, гликоген. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Гликопротеины, пептидогликаны, тейхоевые кислоты.

Липиды. Классификация липидов. Нейтральные липиды, фосфолипиды, сфинголипиды. Структурные компоненты липидов. Жирные кислоты. Понятие о строении биологических мембран. Липосомы.

Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины.

Антибиотики, как природные антиметаболиты. Пенициллины, цефалоспорины, тетрациклины, аминогликозиды, противоопухолевые антибиотики. Полусинтетические антибиотики.

Ферменты, и их биохимическая роль. Активные центры ферментов. Субстратная специфичность. Факторы, обеспечивающие ферментативный катализ. Роль металлов в функционировании ферментов.

Общие представления об анаболизме и катаболизме .

Биосинтез белков, роль нуклеиновых кислот. Рибосомный путь биосинтеза.

Принципы биоэнергетики. Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Образование АТФ и других макроэргических соединений в клетках. Аэробное дыхание.

Биосинтетические процессы в клетке. Биосинтез биополимеров: белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов. Основные этапы процессов, их организация в клетках эу- и прокариот

Фотосинтез. Основные типы процессов, доноры электронов. Бесхлорофильный фотосинтез. Фоторецептор.

Регуляция метаболизма. Определение, уровни регуляции. Регуляция репликации ДНК и биосинтеза белков. Регуляция транскрипции. Регуляция трансляции. Посттрансляционная модификация. Регуляция активности ферментов путем обратимой ковалентной модификации. Регуляция активности путем нековалентного взаимодействия с эффекторами. Регуляция клеточного деления. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста клеток.

Транспорт субстратов и продуктов. Механизмы клеточной проницаемости: физическая диффузия, «облегченная» диффузия, первичный и вторичный активный транспорт. Организация транспортных систем. Секреция и экскреция. Мембранная регуляция. Регуляция на уровне генома.

#### **Тема 4. Технологические аспекты биотехнологии**

Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).

Конструирование генно-инженерно-модифицированных (трансгенных) растений. Технологии генной инженерии растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям. Повышение продуктивности растений. Создание растений с улучшенными питательными свойствами. Проблемы и перспективы.

Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.

Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).

Биотехнологии бактериальных удобрений.

Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.

Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады).

Гибридная технология. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований. Производство пробиотиков. Производство ферментов медицинского назначения. Создание ферментов с помощью методов генной инженерии.

Микробиологическое производство антибиотиков различных классов для медицины. Полусинтетические антибиотики.

Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды. Органические ксенобиотики, соединения азота, серы, фосфора, тяжелые металлы и радионуклиды.

Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.

Мониторинг окружающей среды. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге.

### **Перечень вопросов для подготовки к вступительному экзамену**

1. История развития биотехнологии.
2. Полидисциплинарность современных биотехнологий.
3. Понятие биотехнологии.
4. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты.

5. Научные основы инженерного оформления биотехнологии.
6. Определение жизни и свойства живого.
7. Уровни организации живой материи.
8. Клетка как основа наследственности и воспроизведения.
9. Строение ядра и его роль в наследственности.
10. Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот).
11. Строение клеточной стенки бактерий.
12. Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов.
13. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления.
14. Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности.
15. Наследственность и изменчивость.
16. Формы изменчивости.
17. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка.
18. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.
19. Молекулярные основы организации хромосомы.
20. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме.
21. Сцепление и кроссинговер.
22. Положение микроорганизмов среди других организмов.
23. Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ.
24. Физиология питания.
25. Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.
26. Физиология энергетического обмена: использование клетками энергодающих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды.
27. Смешанные культуры, консорциумы.
28. Метаболизм микроорганизмов.
29. Анаэробное дыхание.
30. Аэробное дыхание.
31. Биосинтетические процессы.
32. Селекция, генетические основы селекции.
33. Понятие о генотипе и фенотипе.
34. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов.
35. Рекомбинация.
36. Биосфера и распространение микроорганизмов.
37. Молекулярные основы наследственности.
38. Особенности строения генетического материала про- и эукариот.
39. Транскрипция ДНК, ее компоненты.
40. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.
41. Мутационный процесс.
42. Внехромосомные генетические элементы.
43. Исследование структуры и функции гена.
44. Элементы генетического анализа.
45. Рестрикционный анализ.

46. Методы секвенирования.
47. Выявление функции гена.
48. Регуляция экспрессии генов.
49. Основы генной инженерии.
50. Белки.
51. Нуклеиновые кислоты.
52. ДНК и РНК.
53. Рестрикция, рестриктазы.
54. Биосинтез нуклеиновых кислот.
55. Углеводы.
56. Моносахариды.
57. Целлюлоза, крахмал, гликоген.
58. Углеводсодержащие смешанные биополимеры.
59. Гликопротеины, пептидогликаны, тейхоевые кислоты.
60. Классификация липидов.
61. Липосомы.
62. Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины.
63. Антибиотики, как природные антиметаболиты.
64. Ферменты, и их биохимическая роль.
65. Общие представления об анаболизме и катаболизме .
66. Биосинтез белков, роль нуклеиновых кислот.
67. Принципы биоэнергетики.
68. Биосинтетические процессы в клетке.
69. Фотосинтез.
70. Регуляция метаболизма.
71. Транспорт субстратов и продуктов.
72. Основные объекты биотехнологии.
73. Конструирование генно- инженерно- модифицированных (трансгенных) растений.
74. Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.
75. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).
76. Биотехнологии бактериальных удобрений.
77. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.
78. Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады).
79. Гибридная технология.
80. Полусинтетические антибиотики.
81. Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды.
82. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.
83. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге.



### Литература

1. Албертс Б., Брэй Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994 г., 444 с.
2. Биотехнология. (Учебное пособие для вузов под ред. Егорова Н.С., Самуилова В.Д.). В 8-ми книгах. М.: Высшая школа, 1987 г.
3. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск: Сибирское университетское изд-во. 1998. 430 С.
4. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х томах. М.: Мир, 1985 г., 1051 с.
5. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987 г.
6. Сазанов А.А. Генетика: учебное пособие // СПб. ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2011. 256 С.
7. Сазанов А.А. Молекулярная организация генома птиц - монография // СПб. ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2010. 108 С.
8. Сазанов А.А., Сазанова А.Л. Молекулярная генетика собаки и кошки – монография // СПб. ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2010. 96 С.
9. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир, 2002. 589 С.

СОГЛАСОВАНО

Председатель предметной комиссии

В.Г. Сотник