

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**Е. В. Лютова**

## **ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов  
магистратуры по направлению подготовки  
19.04.01 Биотехнология

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 658.5

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ  
ВО «Калининградский государственный технический университет»

Е. С. Землякова

Лютова, Е. В.

Генная инженерия в пищевой промышленности: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 19.04.01 Биотехнология / Е. В. Лютова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 28 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к семинарским занятиям, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки 19.04.01 Биотехнология, форма обучения очная.

Табл. 3, список лит. – 13 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой пищевой биотехнологии «18» апреля 2022 г., протокол № 5

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 5 мая 2022 г., протокол № 5

УДК 658.5

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2022 г.  
© Лютова Е. В., 2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ.....	14
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	16
ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	20
ГЛОССАРИЙ.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	26

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Генная инженерия в пищевой промышленности» является вариативной дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к научно-исследовательской деятельности.

Целью освоения дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» является формирование у студентов теоретического представления об основных методах генной инженерии и элементарных навыков постановки генно-инженерного эксперимента.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение основных методов и аппаратуры, применяемых для постановки генноинженерных экспериментов;
- формирование навыков анализа современных данных об использовании методов генной инженерии для создания трансгенных растений и животных с полезными свойствами;
- знакомство с основными объектами генной инженерии.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- современные направления развития генной инженерии;
- технологию получения генетически модифицированных организмов;
- проблемы и перспективы генной инженерии;

*уметь:*

- применять на практике современные навыки, полученные при изучении дисциплины;

*владеть:*

- методами работы с генетическими картами;
- методами статического анализа при изучении генетической и модификационной изменчивости.

Результатами освоения дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» являются:

- готовность к планированию, организации и проведению научно-исследовательских работ в области биотехнологии, способность проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы;
- способность проводить анализ научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и

маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок.

Для успешного освоения дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

При реализации дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания по отдельным темам, задания и контрольные вопросы по лабораторным занятиям. Тестирование обучающихся проводится на лекционных занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

К зачету допускаются студенты:

- получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума;
- получившие положительную оценку по результатам семинарских занятий;
- получившие оценку «зачтено» по результатам выполнения индивидуальной работы.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки лабораторных работ.

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Генная инженерия в пищевой промышленности», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

На лекциях рассматриваются основные понятия и определения по дисциплине, аксиомы и физические законы, на которых базируется реология, реологические свойства пищевого сырья и продуктов питания животного происхождения, методы и приборы их определения.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного курса	Кол-во часов лекционных занятий
1	Введение в генную инженерию.	2
2	Ферменты в генной инженерии.	2
3	Гель-электрофорез в генной инженерии	2
4	Полимеразная цепная реакция. Лаборатория ПЦР в реальном времени	2
5	Применение достижений генной инженерии в пищевой промышленности (растения)	2
	Применение достижений генной инженерии в пищевой промышленности (животные)	2
Итого		12

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие

у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

## **Тема 1. Введение в генную инженерию**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Предмет и задачи генной инженерии, и ее связь с другими биологическими дисциплинами. Основные понятия и определения.
2. Основные этапы клонирования ДНК.
3. Методы выделения и синтеза генов.
4. Основной инструментарий генной инженерии.

### *Методические рекомендации*

Первая тема курса дисциплины «Генная инженерия в пищевой промышленности» позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами. Познакомиться с основными терминами и определениями, необходимыми для дальнейшего изучения дисциплины. При изучении данной темы курса необходимо обратить особое внимание на правильную интерпретацию содержания вводимых понятий. Необходимо усвоить термин «генная инженерия» и погрузиться в область знаний, основываемой на ряде фундаментальных открытий в биохимии и генетике микроорганизмов. Необходимо правильно сформулировать задачи генной инженерии для пищевой промышленности. Отметить, какие важнейшие открытия современной биологии, послужившие фундаментом для возникновения генной инженерии.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение генетической инженерии?
2. В каком году был открыт фермент обратная транскриптаза (синоним – ревертаза), который катализирует синтез ДНК, используя в качестве матрицы РНК?
3. Назовите ученых, которые предложили двухспиральную модель ДНК, которая объясняла не только структуру самой ДНК, но и каким образом происходит удвоение (репликация)?
4. Что означает *in vitro* и *in vivo*?

5. Нарисуйте основные этапы клонирования ДНК с использованием плазмид в качестве векторов.
6. Дайте определение рекомбинации ДНК?
7. Нарисуйте схему получения рекомбинантной ДНК.
8. Дайте определение ГМО и ГМИ.

## **Тема 2. Ферменты в генной инженерии**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Классификация ферментов, применяемых при конструировании рекомбинантных ДНК.
2. Номенклатура ферментов.
3. Рестриктазы.
4. Метилазы.
5. Полимеразы.
6. Лигазы.
7. Полинуклеотидкиназы
8. Щелочные фосфатазы.
9. Нуклеазы в генной инженерии (Экзонуклеаза III E. Coli, Экзонуклеаза фага λ, Нуклеаза S1 из *Aspergillus oryzae*).
10. Панкреатическая рибонуклеаза А (РНКаза А).

### *Методические рекомендации*

При освоении данной темы курса необходимо изучить основные ферменты, применяемые в генной инженерии. Рассмотреть классификацию ферментов, их основные свойства и принцип их работы и специфические действия.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какова роль ферментов в ГИ?
2. Перечислите основные ферменты, используемые в ГИ?
3. Как, используя номенклатуру, дать аббревиатуру ферментам *Streptomyces albus*, *Escherichia coli*?
4. Какую роль выполняют ДНК-лигазы?
5. Какой класс рестриктаз нашел наибольшее применение в ГИ и почему?
6. Функции, которые выполняют метилазы?
7. Какими активностями обладают полимеразы?



8. Какой фермент лучше использовать для введения радиактивной метки?
9. Как называется фрагмент, в котором отсутствует активность?
10. Зачем используют полинуклеотидкиназу фага T4?
11. Как называется по-другому ДНК-зависимая РНК-полимераза?
12. В какой области генной инженерии используют Taq-полимеразы?
13. Можно ли менять специфичность действия рестриктаз?
14. Как образуются липкие, тупые концы ДНК ?
15. На какие два семейства делятся ДНК-лигазы?

#### *Задание для самостоятельной работы*

1. Привести примеры и описать ферменты, нуклеазы не рассмотренные в лекции (например рибонуклеазы H, дезоксирибонуклеазы 1, нукеаза Ba131).
2. Привести примеры и описать ферменты, полимеразы не рассмотренные в лекции (например РНК-полимеразы фагов T3, T7 и SP6, поли (A)-полимеразы, ДНК-полимеразы Vent и Deep vent, ДНК-полимеразы фага T7).

### **Тема 3. Гель-электрофорез в генной инженерии**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Гель-электрофорез как аналитический метод для разделения и анализа макромолекул нуклеиновых кислот.
2. Необходимое оборудование, реактивы и материалы для проведения гель-электрофореза.
3. Подробный принцип работы гель-электрофореза.
4. Скорость миграции ДНК через агарозный гель при электрофорезе.
5. Визуализация результатов фореа на агарозном геле.

#### *Методические рекомендации*

Необходимо научиться визуализировать молекулы ДНК с помощью важного инструмента молекулярной биологии – электрофореза в агарозном геле. Данный метод используется для разделения молекул ДНК различного размера друг от друга с помощью электрического поля.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что понимают под электрофорезом биологических молекул?

2. В каких разделах биологических исследований применяется электрофорез?
3. Для каких целей в биологии используется электрофорез?
4. Какие физические и химические механизмы лежат в основе электрофореза?
5. Назовите используемые разновидности электрофореза биологических макромолекул.
6. Для каких целей используют электрофорез белковых молекул?
7. Охарактеризуйте методику электрофореза белков в полиакриламидном геле по Лэммли.
8. Для каких целей используют электрофорез нуклеиновых кислот?
9. В каких случаях используют электрофорез ДНК в полиакриламидном геле, а в каких случаях в агарозном геле?
10. Охарактеризуйте метод электрофореза в пульсирующем электрическом поле.
11. Опишите алгоритм проведения гель-электрофореза ДНК.
12. Какими способами можно определить положение различных фрагментов ДНК в гелях после проведения электрофореза?
13. Какими параметрами определяется скорость миграции ДНК в геле при электрофорезе?

#### **Тема 4. Полимеразная цепная реакция. Лаборатория ПЦР в реальном времени**

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Основы метода Полимеразной Цепной Реакции (ПЦР).
2. Механизм полимеразной цепной реакции (основные компоненты, дополнительные компоненты).
3. Основные этапы ПЦР (денатурация, отжиг, элонгация (синтез)).
4. Методы выделения нуклеиновых кислот (экспресс-методы, сорбентные методы выделения, спиртовое осаждение (преципитация)).
5. Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР.
6. Флуоресцентные методы детекции.
7. Амплификаторы, детектирующие для ПЦР с детекцией результатов в режиме реального времени.
8. Общие требования к организации ПЦР-лаборатории.

9. Перспективы практического использования ПЦР-диагностики пищевых продуктов.

#### *Методические рекомендации*

Данная лекция поможет студенту овладеть навыком в постановке ПЦР. Рассмотреть стадии проведения ПЦР, способы контроля прохождения реакции, типичные ошибки интерпретации результатов. Необходимо усвоить перспективы практического использования и современные тенденции развития ПЦР-диагностики.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Из каких этапов состоит цикл амплификации?
2. Дайте определение денатурации.
3. Какой начинается процесс в цикле амплификации после отжига праймеров?
4. Каковы особенности проведения ПЦР в реальном времени.
5. Дайте определение флуоресцентному зонду.
6. Какие наиболее распространенные подходы используют для выявления продуктов амплификации в режиме реального времени?
7. В чем заключается сущность метода ПЦР Real-Time?
8. Чем отличается метод ПЦР в реальном времени от классической ПЦР?
9. Есть ли плюсы в отсутствии стадии электрофореза в методе ПЦР (Real-Time)?
10. Какие наиболее распространенные подходы используют для выявления продуктов амплификации в режиме реального времени?
11. Что происходит в ходе ПЦР во время стадии отжига праймеров?
12. В чем отличие метода с использованием зондов с комплементарными концевыми последовательностями от метода с выщеплением 5' концевой метки?
13. На чем основан метод с применением двух зондов с резонансным переносом энергии?
14. На чем основан способ детекции с использованием интеркалирующих агентов?
15. Что из себя представляет кривая плавления?

## **Тема 5. Применение достижений генной инженерии в пищевой промышленности (растения)**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Возможности генной инженерии растений.
2. Выведение растений, устойчивых к насекомым-вредителям.
3. Растения, устойчивые к вирусам.
4. Растения, устойчивые к грибам и бактериям.
5. Повышение устойчивости растений к стрессовым условиям.
6. Этические проблемы, связанные с производством и употреблением трансгенных продуктов.

### *Методические рекомендации*

При изучении данной темы необходимо рассмотреть основные методы выведения генетически модифицированных растений, подробно рассмотреть примеры таких растений. Студент должен понять все положительные и отрицательные стороны от создания трансгенных растений.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Как было получено растение санбин?
2. Из какого растения был выделен ген фазеолин?
3. Какие четыре механизма, которые обеспечивают устойчивость к тем или иным химическим соединениям, включая гербициды? Опишите каждый.
4. Какая бактерия используется для борьбы с насекомыми-вредителями?
5. Какой фермент ответственный за восстановление молекулярного азота до аммония?
6. Разрешено ли в Китае выращивать и вывозить ГМО?
7. Распространено ли ГМО в Африке?
8. Какие виды с/х культур разрешены для коммерческого выращивания?
9. Почему инфицирование растений с помощью *Agrobacterium* в природных условиях сопровождается образованием опухоли (галла)?
10. Какой ген называется целевым?
11. В чем преимущество прямого переноса генов в растительные клетки?
12. Какие методы прямой трансформации растений вы знаете?
13. Можно ли трансгенные растения использовать для очистки окружающей среды от загрязнения?

## **Тема 6. Применение достижений генной инженерии в пищевой промышленности (животные)**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Стратегии получения трансгенных животных.
2. Использование вирусных конструкций.
3. Пронуклеарная микроинъекция.
4. Использование эмбриональных стволовых клеток.
5. Примеры имеющихся в настоящее время трансгенных животных.

### *Методические рекомендации*

При изучении данной темы нужно изучить стратегии, методы и особенности получения трансгенных животных. Рассмотреть подробно примеры трансгенных животных.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какова главная цель трансгенных животных?
2. В чем состоит стратегия получения трансгенных животных?
3. Как создают псевдовирус?
4. Как происходит получение трансгенных животных с использованием вирусных конструкций?
5. Какие существуют достоинства и недостатки использования вирусных конструкций?
6. Как вызывают гиперовуляцию у самок при пронуклеарной микроинъекции?
7. В чем суть метода пронуклеарной микроинъекции?
8. Для чего используют вазэктомированных самцов?
9. Объяснить метод пронуклеарной инъекции у рыб.
10. Что такое бластоциста?
11. Что такое ES-клетки?
12. Что такое плюрипотентные клетки?
13. На чем основан наиболее простой способ идентификации клеток, несущих трансген в нужном сайте? Объяснить его суть.
14. Для каких целей используется метод введения эмбриональных стволовых клеток?
15. Привести примеры трансгенных животных.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Особое место в структуре дисциплины занимают лабораторные занятия, выполняемые в специализированной лаборатории кафедры пищевой биотехнологии. Студенты в аудитории осваивают задания, полученные от преподавателя. В ходе самостоятельной подготовки студенты выполняют индивидуальные задания, предусмотренные лабораторными занятиями.

К выполнению лабораторного практикума рекомендуется приступать только после полного освоения всего лекционного материала.

Тематический план лабораторных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Кол-во часов лабораторных занятий
1	Проведение ПЦР-анализа в лаборатории реального времени	6
2	Выделение ДНК из селезенки крупного рогатого скота и гонад рыб	6
3	Выделение ДНК из лука репчатого	2
<b>Итого</b>		<b>14</b>

В ходе лабораторных занятий обучающимся необходимо:

- 1) изучить устройство и принцип работы всех необходимых приборов и устройств, необходимых для проведения лабораторных занятий;
- 2) изучить технику безопасности при работе с оборудованием;
- 3) изучить принципы подготовки приборов и исследуемых образцов к лабораторным работам.

Каждый студент самостоятельно осуществляет исследования полученного от преподавателя объекта, либо работает в команде с одногруппниками (не более двух человек).

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе, демонстрации преподавателю исполнения индивидуального задания и на основании ответов студента на контрольные вопросы по тематике лабораторной работы. Студент, самостоятельно выполнивший индивидуальное задание и

продемонстрировавший знания по теме работы, получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

Кроме того, по лабораторному практикуму выставляется экспертная оценка по четырехбалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Неудовлетворительная оценка выставляется, если студент не выполнил и не получил оценку «зачтено» по предусмотренным рабочей программой дисциплины лабораторным работам.

Важно своевременно осваивать лекционные материалы и выполнять предусмотренные к лабораторным работам задания. Систематическое освоение теоретического материала (лекций) и другого необходимого учебного материала позволит быть готовым для тестирования, выполнения индивидуальных работ и аттестации по дисциплине.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические (семинарские) занятия по дисциплине «генная инженерия в пищевой промышленности» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний. Каждый студент имеет возможность выбора темы доклада из предлагаемых преподавателем с учетом темы семинарского занятия.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к семинарскому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой семинарского занятия.

Тематический план практических (семинарских) (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия	Кол-во часов ПЗ
1	Введение в генную инженерию	2
2	Электрофорез. Пульс-электрофорез. Блотинг	2
3	Векторные системы в генной инженерии	4
4	ПЦР в реальном времени	4
5	Трансгенные растения	4
6	Тансгенные животные	4
<b>Итого</b>		<b>20</b>

Обучающийся должен подготовить по рассматриваемой тематике доклад, выступить в строго отведенное преподавателем время на семинарском занятии.

Студент должен представить доклад за 10–15 мин перед аудиторией и ответить на вопросы преподавателя и присутствующих студентов. По результатам заслушивания докладов, их обсуждения на каждом семинаре преподаватель выставляет экспертную оценку по четырехбалловой шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка



«отлично» ставится обучающемуся, обладающему системностью, обстоятельностью и глубиной излагаемого материала, способностью воспроизвести основные тезисы доклада без помощи конспекта, готовому развернуто отвечать на вопросы преподавателя и аудитории, способностью докладчика привлечь внимание аудитории. Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, обладающему глубиной и системностью излагаемого материала, но при выступлении частое обращение к тексту доклада, имеющему некоторые затруднения при ответе на вопросы. Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, имеющему недостатки информации в докладе по целому ряду рассматриваемых проблем, использующему для подготовки доклада исключительно учебную литературу, имеющему затруднения при ответе на вопросы из аудитории и преподавателя. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, представляющему поверхностный, неупорядоченный, бессистемный характер информации в докладе по теме рассматриваемого вопроса, при чтении доклада постоянно использующему текст, неспособному ответить на вопросы из аудитории и преподавателя.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

## **2.1 Семинар на тему «Введение в генную инженерию»**

### *Темы докладов*

1. Краткая история генной инженерии.
2. Технологии рекомбинантных ДНК.
3. Картахенский протокол по биобезопасности к конвенции о биологическом разнообразии.
4. Основные способы генетической модификации сельхозкультур.

## **2.2 Семинар на тему «Электрофорез. Пульс-электрофорез. Блотинг»**

### *Темы докладов*

1. Общее устройство камеры для электрофореза.
2. Гель-электрофорез в пульсирующем поле.
3. Капиллярный блотинг.
4. Электроэлюирование.

### **2.3. Семинар на тему «Векторные системы в генной инженерии»**

#### *Темы докладов*

1. Кишечная палочка (*Escherichia coli*) и другие бактерии как векторная система.
2. Пекарские дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) и их родственники.
3. Культуры клеток насекомых.
4. Культуры клеток млекопитающих.
5. Растения.
6. Человек и другие животные.
7. Векторы для бактерии *E. Coli* (Плазмидные векторы).
8. Механизмы интеграции клонированного гена в хромосому *E. Coli*.
9. Векторы для бактерии *E. Coli* (Фаговые (вирусные) векторы).
10. Комбинированные векторы (фагмиды).
11. Искусственные хромосомы – бактериальные (ВАС) и фаговые (РАС).
12. Векторы для дрожжей *S. Cerevisiae*.
13. Векторы для клеток растений.
14. Векторы для клеток насекомых.
15. Инструменты для молекулярного клонирования.
16. Векторы для клонирования и экспрессии генов.

### **2.4. Семинар на тему «ПЦР в реальном времени»**

#### *Темы докладов*

1. ПЦР в ветеринарии и растениеводстве.
2. Перспективы практического использования ПЦР-диагностики.
3. Ошибки ПЦР.
4. Определение ГМИ в пищевых продуктах.
5. Международное регулирование.
6. ПЦР в области фитосанитарного контроля.
7. Устройство ПЦР-лаборатории.
8. Необходимое оборудование, материалы и реактивы для ПЦР-лаборатории.

## **2.5 Семинар на тему «Трансгенные растения»**

### *Темы докладов*

1. Трансгенные растения картофеля, устойчивые к колорадскому жуку.
2. Эффективность применения трансгенных растений в мире.
3. Значение генетической инженерии в получении форм растений, устойчивых к стрессовым воздействиям.
4. Достоинства и недостатки методов сохранения растительного материала в неконтролируемых и контролируемых условиях.

## **2.6 Семинар на тему «Трансгенные животные»**

### *Темы докладов*

1. Трансгенные животные, последние тенденции – сияющий зайчик, прозрачная лягушка, новые рыбы.
2. Причины утраты и уменьшения разнообразия генофонда диких животных и микроорганизмов при выращивании ГМ-растений.
3. Способы клонирования домашних животных.
4. Практическое применение трансгенных животных.
5. Трансгенный крупный рогатый скот. Цели трансгеноза.
6. Трансгенные животные как продуценты ценных биологически активных белков.

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЛАТ – аланинаминотрансфераза  
АТФ – аденозинтрифосфат  
ВОЗ (WHO) – Всемирная организация здравоохранения  
ВП – ветеринарные правила  
ГМИ – генетически модифицированный источник  
ГМО – генетически модифицированный организм  
ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота  
дНТФ – дезоксинуклеотидтрифосфат  
дАТФ – дезоксиаденозинтрифосфат  
дГТФ – дезоксигуанозинтрифосфат  
дЦТФ – дезоксицитозинтрифосфат  
дТТФ – дезокситимидинтрифосфат  
КВМ – контроль взятия материала  
кДНК – комплементарная ДНК  
КОЕ – колониеобразующая единица  
КРС – крупный рогатый скот  
кРНК – комплементарная РНК  
МАНК – методы амплификации нуклеиновых кислот  
МККЗР – Международная конвенция по карантину и защите растений  
ММСП – Международные медико-санитарные правила  
мРНК – матричная рибонуклеиновая кислота  
МСФМ (ISPM) – Международные стандарты по фитосанитарным мерам  
ОКО – отрицательный контрольный образец  
ОТ-ПЦР (RT-PCR) – полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией  
ПБА – патогенные биологические агенты  
ПКО – положительный контрольный образец  
ПЦР – полимеразная цепная реакция  
ПЦР-РВ (PCR-RT) – полимеразная цепная реакция в режиме реального времени  
РНК – рибонуклеиновая кислота  
IgG (от англ. Immunoglobulin G) – иммуноглобулин G  
IgM (от англ. Immunoglobulin M) – иммуноглобулин M

## ГЛОССАРИЙ

**Аллель** - альтернативная форма гена, занимающая тот же генетический локус на хромосоме.

**Аллостерические белки** - белки, в которых в ответ на связывание лиганда происходит изменение свойств других связывающих участков.

**Ампликон (Амплификат)** - ПЦР-продукт, наработанный в процессе реакции.

**Амплификатор** - прибор, предназначенный для проведения ПЦР.

**Антикодон** - набор из трех последовательных оснований тРНК, комплементарный кодону мРНК.

**Бактериофаг** - вирус, инфицирующий бактерии.

**Библиотека кДНК** - набор цепей ДНК, комплементарных исходной тканевой ДНК.

**Бэнд** - полоска ампликона на электрофореграмме.

**Вектор** - агент, переносящий генетическую информацию (например, плазида, бактериофаг).

**Вестерн-блоттинг** - перенос белков на нитроцеллюлозную или нейлоновую мембрану и выявление их иммунохимическими методами.

**Вырожденность кода** - кодирование одной аминокислоты несколькими кодонами.

**Генетическая инженерия** - перенос любым способом чужеродных генов в клетки.

**Генетическая рекомбинация** - обмен ДНК между гомологичными хромосомами при формировании гамет во время мейоза у организмов, размножающихся половым путем.

**Геном** - генетическая база данных отдельного организма или клетки.

**Геномная библиотека** - набор ДНК-содержащих фрагментов хромосом из одного генома.

**ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)** - молекулярная основа наследственности. Образована из двух нитей азотных оснований (А,Т,Ц,Г), которые образуют пары и связываются друг с другом посредством комплементарности (АсТ, ЦсГ). Величина молекулы ДНК измеряется в парах основания.

**кДНК (копии ДНК)** - набор цепей ДНК, комплементарных исходной тканевой ДНК.

**Димер** - белок, состоящий из двух субъединиц.

**Зона насыщения** - предельное количество циклов (п), при котором на электрофореze хорошо виден ампликон. Превышение "п" приводит к появлению шмера и неспецифике.

**Индуктор** - химический или физический сигнал, вызывающий экспрессию генов или активизацию ферментов.

**Интеркалировать** - встраиваться между соседними основаниями ДНК.

**Интрон** - некодирующий участок ДНК, который может транскрибироваться, но затем вырезается из мРНК в процессе сплайсинга.

**Кодон** - набор из трех последовательных оснований ДНК или РНК, кодирующий определенную аминокислоту или являющийся сигналом окончания трансляции.

**Конститутивный ген** - постоянно экспрессируемый ген, который не нуждается в присутствии фактора инициации транскрипции.

**Кофермент** - вещество небелковой природы, необходимое белку для проявления биологической активности.

**Матрица** - структура, на основании которой синтезируется новая молекула, например, цепь ДНК является матрицей для ее репликации.

**Мобильный генетический элемент** - последовательность ДНК, способная встраиваться в ту же или другую хромосому и изменять экспрессию генов (называется также транспозиционным элементом).

**Молекулярные шапероны** - белки, обслуживающие фолдинг: нуклеоплазмины, белки теплового шока и белки-шапероны.

**Моноцистронная мРНК** - мРНК содержит информацию только об одном белке.

**Нозерн-блоттинг** - электрофорез РНК, перенос ее на нитроцеллюлозную или нейлоновую мембрану и выявление фрагментов РНК с помощью меченой кДНК, комплементарной экспрессируемой мРНК.

**Неспецифика** - образование ампликонов, размер которых не соответствует теоретически рассчитанному размеру. Причём их может быть много (до 5–10 шт.), они могут иметь чётко очерченные края, но могут быть и туманными.

**Оперон** - генетическая единица прокариотов, содержащая кластер из нескольких генов, которые транскрибируются в полицистронную мРНК.

**Отжиг, ренатурация, реассоциация** - соединение (гибридизация) двух комплементарных цепей нуклеиновой кислоты при медленном охлаждении раствора ДНК, подвергнутой тепловой денатурации.

**Палиндром** - последовательность, которая одинаково прочитывается в обоих направлениях (например, в ДНК: ААСАА).

**Пиримидиновое основание** - цитозин, тимин или урацил нуклеиновых кислот.

**Плазида** - кольцевая ДНК бактерий или дрожжей, которая реплицируется независимо от хромосом.

**Полимеразная цепная реакция (ПЦР)** - метод ПЦР позволяет очень быстро амплифицировать последовательность ДНК из небольшого биологического образца.

**Полимераза** - Taq-полимераза - обычно используется для проведения ПЦР. Позволяет получать фрагменты до 5 т.п.н. Не обладает "проверочной" активностью, т. е. работает быстро, и может допускать включение в цепь ошибочных нуклеотид трифосфатов. Отлично подходит для рутинных анализов.

**Полицистронная мРНК** - мРНК, кодирующая более одного полипептида.

**Праймер** - короткий фрагмент РНК или ДНК, необходимый для инициации работы ДНК-полимеразы. Он связывается с участком более крупной молекулы ДНК и вызывает синтез новых нитей ДНК, скопированных с этой матрицы.

**Праймосома** - белковый комплекс, осуществляющий синтез праймеров.

**Промотор** - последовательность ДНК, необходимая для инициации транскрипции.

**Пуриновое основание** - аденин, гуанин нуклеиновых кислот.

**Распознавание ошибок (proofreading)** - способность ДНК-полимеразы выявлять неправильно спаренные основания.

**Растущая вилка** - место репликации ДНК.

**Репликация ДНК** - синтез цепей ДНК, взаимодействия с белками хромосом, рекомбинация, т. е. кроссинговер и поддержание стабильности молекул ДНК путем удаления ошибок.

**Репарация ДНК** - процесс поддержания стабильности молекулы ДНК путем удаления ошибок в последовательности оснований, возникающих в результате действия химических факторов или во время репликации.

**Рекомбинация** - обмен ДНК между гомологичными хромосомами в процессе мейоза.

**Репликационная вилка** - Y-образный участок, где происходят раскручивание ДНК и ее репликация.

**Репликон** - участок ДНК, который содержит точку начала репликации и в итоге реплицируется.

**Реплисома** - белковый комплекс на ДНК, необходимый для репликации.

**Репрессор** - бактериальный белок, который связывается с опероном и подавляет транскрипцию.

**Рестрикционные эндонуклеазы** - обеспечивают разрезание молекулы ДНК в выбранных местах.

**Рецессив** - ген или генетически обусловленный признак, проявляющийся в диплоидной клетке или организме при условии, когда оба набора хромосом несут данные гены.

**Саузерн-блоттинг** - электрофорез ДНК и перенос разделенных фрагментов ДНК из геля на нитроцеллюлозные или нейлоновые мембраны.

**Секвенирование** - определение последовательности нуклеотидов ДНК.

**Сплайсинг** - разрезание нуклеиновой кислоты для вставки в нее дополнительных последовательностей, что создает рекомбинантную нуклеиновую кислоту.

**Сплайсосома** - рибонуклеопротеиновый комплекс, осуществляющий сплайсинг РНК.

**Стоп-сигнал** - сигнал, останавливающий удлинение макромолекулы белка.

**ColoredTaq-полимераза** – та же Taq-полимераза, но с некой добавкой, которая позволяет наносить ПЦР-продукт в лунку агарозы без добавки красителя, что облегчает анализ, особенно при большом количестве образцов.

**Трансверсия** - замена пиримидинового основания на пуриновое, и наоборот.

**Трансгенез** - перенос любым способом чужеродных генов в клетки растений.

**Транскрипция** - синтез комплементарной РНК на матрице ДНК.

**Трансляция** - синтез белка рибосомами на матрице мРНК.

**Транслокация** - перенос части одной хромосомы на другую хромосому, не гомологичную первой.

**Транспозиция** - репликация последовательности ДНК из одной хромосомы в составе другой.

**Транспозон** - реплицированная транспозированная последовательность.

**Фазмида** - вектор, состоящий из плазмиды и фага X.

**Флип-флоп** - переход липида или белка в мембране с одной поверхности на другую.

**Фолдинг** - процесс формирования пространственной структуры белка через образование определенных складок, изгибов в полипептидной цепи.

**Фрагмент Кленова** - фрагмент ДНК-полимеразы I, обладающий 3' → 5'-эндонуклеазной и полимеразной активностью.

**Фрагменты Оказаки** - короткие последовательности ДНК, образующиеся на «отстающей» (3' → 5') цепи в процессе прерывистой репликации ДНК.

**Tht-полимераза** - обычно применяют для постановки реакции обратной транскрипции (РОТ) с последующей ПЦР, когда размер фрагмента в РОТ не превышает 800 п.н.



***Pfu-полимераза*** - идеальный фермент для точного чтения коротких фрагментов (менее 2 тыс. п.н.) для последующего клонирования, экспрессии, секвенирования.

***Шимер*** - Размазанная туманная полоска ДНК, идущая от старта до финиша, на фоне которой очень трудно увидеть интересующую нас полоску.

***Hot start Xom start*** - когда ставится ПЦР-реакция прямо на 96 °С, т. е. сначала нагревается блок, потом добавляется полимераза, затем блок нагреется до 96 °С, и сразу со льда переносите реакцию на денатурацию. Это помогает избежать неспецифичности, пока нагревается блок от комнатной температуры. За это время успевают сформироваться различные нежелательные комбинации (димеры праймеров, неспецифический отжиг праймеров), которые потом (в дальнейших циклах ПЦР) будут амплифицироваться в огромных количествах. Хот старт имеет смысл делать при наработке больших фрагментов ДНК, например, с генома.

***Электрофорез*** - разделение смеси ДНК, РНК или фрагментов белка с использованием электрического поля для продвижения фрагментов через гелевую матрицу. В результате происходит разделение фрагментов по размерам.

***Экзон*** - последовательность ДНК, кодирующая часть молекулы полипептида или рРНК, или тРНК.

***Энхансер*** - регулирующий участок ДНК в генах эукариотов, который при активации специфическими белками усиливает транскрипцию гена.

***Якорный белок*** - белок, обеспечивающий правильное связывание другого белка.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Основная литература:

1. Цимбаленко, Н. В. Технологии рекомбинантной ДНК: учеб. пособие / Н. В. Цимбаленко. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011.
2. Кузьмина, Н. А. Основы биотехнологии: электронный учебник / Н. А. Кузьмина. – 1995–2010 [Электронный ресурс]. – Код доступа: <http://www.biotechnolog.ru>
3. Комов, В. П. Биохимия: учебник / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – Москва: Дрофа, 2008. – 638 с.
4. Клунова, С. М. Биотехнология: учеб. пособие для высш. пед. проф. Образования / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. – Москва: Изд. центр «Академия», 2010. – 256 с.
5. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак Дж.: пер. с англ. – Москва: Мир, 2002. – 598 с.

### Дополнительная литература:

1. Пухальский, В. А. Введение в генетику: крат. конспект лекций / В. А. Пухальский. – Москва: КолосС, 2007. – 224 с.
2. Глик, Б. Молекулярная биотехнология: принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак / пер. с англ. Н. В. Баскакова; ред. Н. К. Янковский. – Москва: Мир, 2002. – 590 с.
3. Рыбчин, В. Н. Основы генетической инженерии: учеб. пособие / В. Н. Рыбчин. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 186 с.
4. Абрамова, З. В. Практикум по генетике: учеб. пособие / З. В. Абрамова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1992. – 223 с.
5. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия: учеб. пособие / С. Н. Щелкунов. – Изд. 4-е, стереот. 3-му. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010. – 514 с. – Текст: электронный. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57527> (дата обращения: 16.07.2020).

### Учебно-методические издания:

1. Лютова, Е. В. Генная инженерия в пищевой промышленности: учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Е. В. Лютова – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2021. – 34 с.

2. Саковская, В. Г. Генетика: метод. указания с контр. заданиями для студентов заоч. отделения по направлению 110900.62 Вод. биоресурсы и аквакультура / В. Г. Саковская. – Калининград: КГТУ, 2010. – 58 с.

3. Саковская, В. Г. Генетика и селекция рыб: метод. указания с контрол. заданиями по изучению дисциплины для студентов, заочно обучающихся в бакалавриате по направлению подгот. "Вод. биоресурсы и аквакультура" / В. Г. Саковская. – Калининград: КГТУ, 2013. – 42 с.

### **Интернет-ресурсы**

1. Электронный учебник «Наглядная биохимия». – Режим доступа: [http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl\\_biochem/index.htm](http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/index.htm)

2. Сайт «Классическая и молекулярная биология». – Режим доступа: [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)

3. Образовательный видеопортал <http://univertv.ru/>, раздел Биология.

4. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>;

5. Российская электронная библиотека. – Режим доступа: <http://www.elbib.ru>;

6. Студенческая библиотека-онлайн. – Режим доступа: <http://www.referats.net>.

7. Российское образование – Федеральный портал. – Режим доступа: <http://www.edu.ru> .

8. Научный информационный журнал Биофайл. – Режим доступа: <http://biofile.ru>

9. Сайт о химии. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>

10. Биосинтез белка. – Режим доступа: <http://kze.docdat.com/docs/206/index-469635.html>

Локальный электронный методический материал

Екатерина Владимировна Лютова

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 1,8. Печ. л. 1,8

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1