

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*Е.В. Четвертакова*

## **Биотехнология**

*Методические указания*

Красноярск 2015

## Рецензент

*О.В. Романова, кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры экологии и естествознания Красноярского  
государственного аграрного университета*

*Четвертакова, Е.В.*

**Биотехнология:** метод. указания / Е.В. Четвертакова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 36 с.

Издание содержит цели и задачи изучения дисциплин, тематику самостоятельного изучения курса, контрольные вопросы, терминологический словарь.

Предназначено для студентов ИПБ и ВМ, обучающихся по направлениям подготовки (36.03.02) «Зоотехния», (36.03.01) «Ветеринарно-санитарная экспертиза», (06.03.01) «Биология» заочной формы обучения в освоении дисциплин «Биотехнология», «Биотехнология и генная инженерия», «Введение в биотехнологию».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Четвертакова Е.В., 2015

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ.....	8
ВОПРОСЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	22
ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ.....	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	32
ЛИТЕРАТУРА.....	33
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Биотехнология – это наука о генно-инженерных и клеточных мембранах, технологиях создания и использования генетически трансформированных биологических объектов для интенсификации производства или получения новых видов продуктов различного назначения.

Современная биотехнология оказывает огромное влияние на все аспекты практической деятельности человека. С ее помощью в настоящее время получают десятки биологически активных веществ (гормоны, ферменты, витамины, антибиотики, стероиды, некоторые лекарства). Благодаря применению генной инженерии удастся производить такие биопрепараты, как человеческий инсулин, соматотропин, интерфероны, моноклональные антитела, диагностикумы. Важное значение имеет биотехнология в экологии промышленных производств на основе создания безотходных процессов (очистка воды и воздуха, борьба с нефтяными авариями, уничтожение вредителей сельскохозяйственных культур, утилизация отходов агропромышленного комплекса, конструирование экосистем, производство бактериальных удобрений). Биотехнологические процессы являются базой для получения кормового и пищевого белка, возобновляемых источников энергии. Будущее связывают с развитием белковой инженерии, биоэлектроники (биосенсоры, биоэлементы для ЭВМ), с получением новых стимуляторов роста растений, высокоэффективных лекарственных препаратов.

В биологической промышленности используются разнообразные биомолекулы, особенно ферменты, и из них в первую очередь амилазы и протеазы, которые применяются в пивоварении и производстве моющих веществ. Крупным успехом стало создание технологии иммобилизованных ферментов и клеток.

Первое место в современной биотехнологии принадлежит генетической инженерии (технологии рекомбинантных молекул ДНК). Она предоставила исследователям возможность изменять генетическую программу бактериальных, растительных и животных клеток.

Биотехнология многолика и по своим историческим корням, и по своей современной структуре, объединяющей элементы фундаментальных наук и таких прикладных отраслей, как химическая технология, машиностроение и сельское хозяйство.

Современный специалист, работающий в агропромышленном производстве, должен овладеть методами биотехнологии, уметь использовать их для улучшения производства продукции сельского хозяйства, ее качества и экологической чистоты, защиты природы от загрязнения.

Издание предусматривает самостоятельное изучение материала по дисциплине и выполнение контрольной работы.

**Цель изучения дисциплины «Биотехнология»:** изучить теоретические основы биотехнологии, рассмотреть перспективы, проблемы, возможности использования культур, методов в ускорении селекционного процесса.

**Задачи:**

- изучить закономерности биотехнологических процессов и управление ими; методы клеточной и генетической инженерии.

В результате изучения дисциплины бакалавр должен

**знать:**

- основы биотехнологии и биоинженерии;

**уметь применять:**

- методы биотехнологии;

- полученные знания для анализа прикладных проблем хозяйственной деятельности;

**владеть:**

- основными понятиями и терминами науки;

- лабораторными методами исследования.

**Цель изучения дисциплины «Биотехнология и генная инженерия»:** теоретические основы биотехнологии, знание перспективы, проблемы, возможности биотехнологий.

**Задачи изучения дисциплины:**

- знать закономерности биотехнологических процессов и управление ими; методы клеточной и генетической инженерии.

В результате изучения дисциплины бакалавр должен

**знать:**

- основы биотехнологии и биоинженерии;

**уметь применять:**

- методы биотехнологии;

- полученные знания для анализа прикладных проблем хозяйственной деятельности;

**владеть:**

- основными понятиями и терминами науки;
- лабораторными методами исследования.

Целью дисциплины «Введение в биотехнологию» является получение бакалаврами глубоких знаний по методам биотехнологии.

**Задачи изучения дисциплины:**

- закономерности биотехнологических процессов и управление ими;
- методы клеточной и генетической инженерии.

В результате изучения дисциплины бакалавр должен

**знать:**

основы биотехнологии и биоинженерии;

**уметь применять:**

- методы биотехнологии;
- полученные знания для анализа прикладных проблем хозяйственной деятельности;

**владеть:**

- основными понятиями и терминами науки;
- лабораторными методами исследования.

Требования к выполнению контрольной работы по дисциплинам «Биотехнология», «Биотехнология и генная инженерия», «Введение в биотехнологию»:

- работа выполняется студентом самостоятельно;
- может быть напечатана либо написана от руки;
- листы должны иметь сквозную нумерацию;
- первый лист – титульный (приложение А), второй лист – оглавление (в нем должны быть указаны номера вопросов в соответствии с номерами вопросов в контрольном задании), далее раскрываются вопросы задания, по завершении контрольной работы приводится список литературных источников (список литературы оформляется в соответствии с действующим ГОСТ Р 7.0.11-2011), ставятся дата сдачи контрольной работы и подпись студента.

Требования к печатным работам: – форматирование по ширине, интервал – 1, шрифт *Times New Roman* –16.

Небрежно оформленные работы к зачету не принимаются и возвращаются автору для переработки.

Контрольная работа должна быть сдана для проверки не менее чем за 7 дней до зачета.

Контрольная работа имеет балльную оценку, каждый вопрос оценивается в 10 баллов, при условии его полного рассмотрения. Вся ваша контрольная работа может быть оценена максимально в 30 баллов.

#### Рейтинг-план

ДМ		
<b>Контрольная работа</b> 1-й вопрос – 10; 2-й вопрос – 10; 3-й вопрос – 10.	<b>Выполнение лабораторных работ</b>	<b>Тестовое задание для зачета (экзамена)</b>
Итого 30 баллов	0-20 баллов	0-50 баллов

Экзамен / Дифференцированный зачет:

**60-72** балла – оценка «удовлетворительно».

**73-86** баллов – «хорошо».

**87-100** баллов – «отлично».

Номера заданий к контрольной работе даны в Приложении Б.

# ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

## *История развития, современные достижения биотехнологии*

Возникновение, становление и развитие биотехнологии согласно III съезду Европейской ассоциации биотехнологов (Мюнхен, 1984 г.). Основные вехи развития биотехнологии. Перспективные отрасли биотехнологии. Биосистемы, объекты и методы в биотехнологии. Современная биотехнология в животноводстве (получение трансгенных животных, клонирование). Биотехнология и растениеводство (биотехнологические пути защиты растений от вредоносных агентов; клонирование клеток с последующим их скринингом и регенерацией растений из отобранных клонов как важный метод сохранения и улучшения древесных пород умеренных широт, в частности хвойных деревьев). Биотехнология и ветеринария (экспресс-методы на основе достижений в физико-химической биологии, технологии рекомбинантных ДНК, гибридной технологии; иммуноферментный метод). Биотехнология и медицина (получение антибиотиков, гормонов, интерферонов, интерлейкинов, моноклональных антител, ДНК или РНК-пробы, рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены, ферменты медицинского назначения; типы терапии на основе достижений биотехнологии – заместительная и корректирующая; принципы лечения на основе достижения биотехнологии – генетическая терапия *in vivo* и генетическая терапия *ex vivo*).

**Основные термины и понятия:** биотехнология, генетическая и клеточная инженерия, трансплантация эмбрионов, химеры, вакцины, биологически активные вещества, гибриды, микроорганизмы, прокариоты, эукариоты.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое биотехнология? Назовите и охарактеризуйте основные этапы развития биотехнологии.
2. В каких отраслях народного хозяйства применяются достижения биотехнологии?
3. Назовите основные цели и задачи биотехнологии.
4. Какие методы биотехнологии используются в животноводстве, растениеводстве?

5. Какие открытия, сделанные в области биотехнологии, способствовали ее дальнейшей интенсификации?
6. Какова роль биотехнологии в интенсификации животноводства?
7. Какие ферменты используют для коагуляции белков при изготовлении сыра?
8. Какие моносахариды входят в состав инверта?
9. Какие аминокислоты входят в состав аспартата?
10. Назовите основные пищевые кислоты.
11. Опишите способ получения дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
12. Какие штаммы дрожжей используются в пивоварении?
13. Назовите основные пути улучшения биологической питательной ценности кормовых белков.
14. Назовите способы получения кормовых белковых препаратов из дрожжей.
15. Опишите способ получения кормового белка из водорослей и микроскопических грибов.
16. Какие технологии получения высокобелковых кормов из вегетативной массы растений разработаны и используются в настоящее время?
17. В чем состоят особенности биотехнологий получения кормовых липидных препаратов?

### ***Основы молекулярной биотехнологии***

Возникновение молекулярной биотехнологии. ДНК, РНК и синтез белка. Структура ДНК. Репликация. Расшифровка генетической информации: РНК и белок. Трансляция. Регуляция транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот.

**Основные термины и понятия:** нуклеиновые кислоты, нуклеотид, нуклеозид, аминокислота, белок, репликация, транскрипция, трансляция, генетический код, триплет.

#### **Тестовые задания для самопроверки:**

1. В состав нуклеотида ДНК входят:
  - а) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, тимин, цитозин, гуанин), остаток пентозы – дезоксирибоза;

б) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, урацил, цитозин, гуанин), остаток пентозы – дезоксирибоза;

в) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, урацил, цитозин, гуанин), остаток пентозы – рибоза;

г) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, тимин, цитозин, гуанин), остаток пентозы – рибоза.

2. В состав нуклеотида РНК входят:

а) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, тимин, цитозин, гуанин), остаток пентозы – рибоза;

б) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, урацил, тимин, цитозин, гуанин), остаток пентозы – дезоксирибоза;

в) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, тимин, урацил, цитозин, гуанин), остаток пентозы – рибоза;

г) остаток фосфорной кислоты, азотистые основания (аденин, урацил, цитозин, гуанин), остаток пентозы – рибоза.

3. К производным пурина относят:

а) аденин и гуанин;

б) аденин, гуанин и цитозин;

в) цитозин и гуанин;

г) гуанин, аденин.

4. К производным пиримидина относят:

а) цитозин и гуанин;

б) тимин, цитозин, урацил;

в) урацил, гуанин;

г) гуанин, тимин, аденин.

5. Присоединение азотистого основания в нуклеотиде происходит:

а) к первому углеродному атому пентозы;

б) третьему углеродному атому пентозы;

в) четвертому углеродному атому пентозы;

г) пятому углеродному атому пентозы.

6. Правило эквивалентности азотистых оснований в молекуле ДНК установлено:

а) Э. Чаргаффом;

б) Дж. Уотсоном;

- в) Ф. Криком;
- г) Г. Менделем.

7. Трехмерная модель ДНК предложена:

- а) Дж. Уотсоном и Ф. Криком в 1953 году;
- б) Э. Чаргаффом в 1962 году;
- в) Г. Менделем в 1865 году;
- г) Г. Гамовым в 1954 году.

8. Согласно правилу комплементарности азотистых оснований:

- а) аденин=гуанину, цитозин=тимину;
- б) гуанин=тимину, цитозин=аденину;
- в) аденин=тимину, гуанин=цитозину.

9. Свойство генетического кода, при котором одну аминокислоту кодирует несколько триплетов:

- а) триплетность;
- б) специфичность;
- в) неперекрываемость;
- г) вырожденность.

10. Способность каждого нуклеотида м-РНК входить в состав лишь одного информационного триплета:

- а) вырожденность;
- б) неперекрываемость;
- в) специфичность;
- г) непрерывность.

11. Свойство генетического кода, когда все кодоны м-РНК, определяющие аминокислотную последовательность полипептида, имеют одинаковый смысл для всех организмов:

- а) триплетность;
- б) вырожденность;
- в) универсальность;
- г) неперекрываемость;

12. Способность к самокопированию наследственного материала:

- а) репликация;
- б) транскрипция;

- в) трансляция;
- г) элонгация.

13. Способ удвоения молекулы ДНК, при котором каждая дочерняя молекула содержит одну материнскую и одну вновь синтезированную цепь:

- а) полуконсервативный;
- б) консервативный;
- в) дисперсный.

14. Способ удвоения молекулы ДНК, при котором новые молекулы не содержат материала родительской ДНК:

- а) полуконсервативный;
- б) консервативный;
- в) дисперсный.

15. Триплет на м-РНК, шифрующий аминокислоту:

- а) антикодон;
- б) кодон;
- в) транскриптон;
- г) промотор.

16. В т-РНК транспортируемая аминокислота присоединена:

- а) к акцепторному концу (со свободной *ОН*-группой);
- б) антикодоновой петле;
- в) D-петле.

17. В одной цепочке ДНК последовательность нуклеотидов...ААТТААЦГГЦ..., в нативной цепочке ДНК соответственно:

- а) ТТААТГГЦЦГ;
- б) ГГААТТГЦЦГ;
- в) ГГААГГАЦЦА;
- г) ТТААТТГЦЦГ.

18. В одной цепочке ДНК последовательность нуклеотидов...ГГТТАГЦТТЦЦ..., в нативной цепочке ДНК соответственно:

- а) ТТГГТТЦААТТ;
- б) ЦЦААТЦГААГГ;
- в) ЦЦААТЦГТТГГ.

## ***Молекулярная биотехнология микробиологических систем***

Молекулярная диагностика. Методы иммунодиагностики (ферментный иммуносорбентный анализ, моноклональные антитела). Системы ДНК-диагностики (гибридизационные зонды, нерадиоактивные методы детекции, геномная дактилоскопия, использование полиморфных ДНК-маркеров).

Молекулярная диагностика генетических заболеваний (метод ПЦР/ЛОЗ, серповидноклеточная анемия, генотипирование с использованием флуоресцентно меченных ПЦР-праймеров, мутации в разных сайтах одного гена).

Микробиологическое производство лекарственных средств. Лекарственные препараты (интерферон, гормон роста). Ферменты. Моноклональные антитела.

Вакцины (субъединичные, аттенуированные и «векторные» вакцины).

Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов (Малые биологические молекулы, антибиотики. Биополимеры).

Биодеградация токсических соединений и утилизация биомассы (утилизация крахмала и сахаров, целлюлозы).

**Основные термины и понятия:** моноклональные антитела, интерферон, гормон роста, иммунодиагностика.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Расскажите о методах иммунодиагностики.
2. Расскажите о системах ДНК-диагностики.
3. Какие методы молекулярной диагностики применяются для выявления генетических заболеваний?
4. Расскажите о микробиологическом производстве лекарственных средств.
5. Какие лекарственные препараты получают, используя методы биотехнологии?
6. Какие коммерческие продукты получают, используя рекомбинантные микроорганизмы?

## ***Основы генетической инженерии***

История развития генетической инженерии. История получения первой рекомбинантной ДНК. Биотехнология рекомбинантных ДНК (методы биотехнологии рекомбинантных ДНК; группы ферментов, принимающих участие в расщеплении ДНК в специфических участках; методы секвенирования – метод А. Максама и В. Гилберта (химический) и метод Ф. Сангера (ферментативный). Конструирование рекомбинантных ДНК (этапы конструирования молекулы ДНК). Векторные молекулы (плазмиды (конъюгативные и неконъюгативные), бактериофаги (фаг М13), вирусы животных). Особенности векторов. Способы переноса генетической информации. Экспрессия чужеродных генов. Использование генетической инженерии в животноводстве (Стратегия получения трансгенных животных).

Направленный мутагенез и генная инженерия белков (методика). Генная инженерия белков (образование дополнительных дисульфидных связей. Уменьшение числа свободных сульфгидрильных групп. Повышение ферментной активности. Изменение специфичности фермента. Повышение стабильности и специфичности фермента).

Генная инженерия растений (методология, применение). Трансгенные животные (методология, применение).

Молекулярная генетика человека. Генетическое сцепление и картирование генов. Обнаружение и оценка генетического сцепления у человека. Построение генетических карт хромосом у человека. Построение мультилокусных хромосомных карт человека. Физическое картирование генома человека. Клонирование генов заболевания человека.

Генная терапия. Терапия *ex vivo*, *in vivo*. Вирусные системы доставки генов. Лекарственные средства на основе олигонуклеидов.

**Основные термины и понятия:** ДНК, РНК, ген, вектор, плазмида, космида, бактериофаг, рестриктаза, трансгенные животные, мозаики, этиотропное лечение, генная терапия, животные-биореакторы патогенетическое лечение, ретровирусы.

## Вопросы для самопроверки

1. Назовите способы получения генов. Обозначьте преимущества и недостатки каждого метода.
2. Какие способы переноса генов в клетки-реципиенты существуют в настоящее время?
3. Какие вещества получают, используя методы генетической инженерии?
4. Назовите известные изменения в качестве продукции у трансгенных животных.
5. Что означает выражение «трансгенные животные – биореакторы биологически активных веществ»?
6. Расскажите о структуре и экспрессии гена эукариот.
7. В чем заключается суть метода вектора? Расскажите о его использовании в генной инженерии.
8. Дайте определение терминам «генетическая инженерия», «рекомбинантная ДНК».
9. Когда и кем была получена первая рекомбинантная ДНК? Из каких фрагментов она была составлена?
10. Перечислите основные этапы становления и развития генетической инженерии.
11. Перечислите наиболее важные методы биотехнологии рекомбинантных ДНК.
12. На какие группы можно условно разделить ферменты, расщепляющие ДНК в специфических участках?
13. Расскажите о химическом методе секвенирования ДНК.
14. На чем основан энзиматический метод секвенирования?
15. С какой целью используют ДНК-зонды?
16. Что такое лигирование, какими основными методами осуществляется?
17. Расскажите о сшивании генов (фрагментов) ДНК по «липким» и «тупым» концам.
18. Какие молекулы ДНК называют векторными?
19. Какими особенностями должны обладать векторы?
20. Дайте определение термину «плазмида». Какие плазмиды называют конъюгативными, а какие неконъюгативными?
21. Кем и когда был получен первый плазмидный вектор?

22. Какие векторные плазмиды и векторные вирусы называют гибридными (или химерными) плазмидами (или фагами)?
23. Дайте определение терминам «трансфекция» и «трансформация».
24. Расскажите об экспрессии чужеродных генов у прокариот.
25. Назовите достижения генетической инженерии в отрасли животноводства. Какие имеются перспективы дальнейшего использования методов и приемов генетической инженерии?
26. Дайте определение понятиям «трансгенное животное», «трансген».
27. Перечислите этапы получения трансгенных животных.
28. Какие приемы используют для трансформации генов в геном животного?
29. Объясните, почему образуются организмы «мозаики».

### ***Клеточная инженерия***

История развития клеточной инженерии (работы Фехтинга Х., Рехингера С., Хаберланда Дж., Роббинсона В., Котте В., Готре Р., Уайта Ф., Коккинг Е., Морела Дж., Бутенко Р.Г.).

Этапы получения гибридных клеток. Протопласты. Возможности метода слияния клеток (возможность скрещивания филогенетически отдаленных форм живого; получение ассиметричных гибридов, несущих полный набор генов одного из родителей и частичный набор другого родителя; получение гибридов путем слияния трех и более родительских клеток; гибридизация клеток, несущих различные программы развития). Гибридомная технология. Моноклональные антитела (МкАт). Процедура получения моноклональных антител. Применение моноклональных антител. Подходы для получения моноклональных антител. Препараты МкАт (Мабтера и Герцептин). Клонирование животных. История метода (работы Бриггса Р., Кинга Т., Гердона Дж., Слепцовой Л.А., Дабагян Н.В., Газарян К.Г., Мак-Грата Дж., Солтера Д.). Клонирование млекопитающих. Методы трансплантации ядер. Трансплантация эмбрионов (отбор доноров, проведение суперовуляции, способы извлечения эмбрионов, оценка эмбрионов).

**Основные термины и понятия:** рестриктаза, химера, клон, гибридома, миеломная клетка, лимфоцит, бластомера, бластоциста, криоконсервация, эмбрион, энуклеированная зигота, пронуклеус, партеногенез, гиногенез, андрогенез, трансплантация, овуляция, капацитация, акросома, сперматозоид, яйцеклетка, эмбрион, донор, фолликул, эритроцит.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как делают пересадки хромосом и ядер на клеточном уровне?
2. На каких стадиях развития эмбрионов возможно их успешное деление на половинки с получением потомства?
3. Что представляет собой химерное животное? Каковы успехи получения химерных животных одного вида путем объединения бластомеров разных эмбрионов?
4. Возможно ли получение химер от объединения частей эмбрионов разных видов? Есть ли успехи в этой области клеточной инженерии?
5. Что такое моноклональные антитела, каковы методы их получения?
6. В каких областях можно использовать моноклональные антитела, с какой целью?
7. Что такое гибриды? Каково их практическое применение?
8. Назовите методы извлечения эмбрионов.
9. В чем состоит принцип метода трансплантации? Каково его практическое значение для разведения животных?
10. Что означает термин «капацитация сперматозоидов»? Какие изменения происходят в сперматозоиде во время капацитации?
11. Какое практическое и научное значение имеет метод оплодотворения яйцеклеток вне организма (*in vitro*)?
12. Назовите основные этапы технологии трансплантации эмбрионов.
13. Какие требования предъявляют донорам при их отборе?
14. Какие существуют методы оценки качества эмбрионов?
15. Назовите способы хранения эмбрионов.
16. Как влияет иммунная система донора и реципиента на эффективность трансплантации эмбрионов?

## ***Нанобиотехнологии***

Представления о нанотехнологиях. История использования нанотехнологии. Нанотехнологии в медицине и биологии (лекарственные препараты нового поколения, контейнеры для адресной доставки лекарств в клетки-мишени, мембраны с нанопорами, фуллереновые наносферы, магнитные жидкости, магнитные наночастицы, нановакцины). Нанотехнологии в сельском хозяйстве (обеззараживание воздуха и различных материалов, стимуляция роста растений, лечение животных, улучшение качества кормов). Основные направления развития нанобиотехнологии (подход «сверху вниз», «мокрая нанотехнология», наномеханизмы, нанороботы.). Возможные риски, связанные с нанобиотехнологией.

**Основные термины и понятия:** нанотехнология, наночастицы, нанороботы.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите размеры объектов, используемых в нанотехнологиях.
2. Какие виды нанотехнологии являются самыми древними?
3. Как используются нанотехнологии в медицине?
4. Расскажите о нанотехнологиях в сельском хозяйстве.
5. Что представляет собой лаборатория на чипе?
6. Как используются наноманипуляторы?
7. Расскажите о возможных рисках, связанных с использованием нанотехнологий.

### ***Ферменты в биотехнологии и их иммобилизация***

Основные классы ферментов (оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы). Группы ферментов и их применение (аминолитические, протеолитические, пектолитические, целлюлолитические). Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций (концентрация фермента, концентрации субстрата, температура, pH). Белковая инженерия. Иммобилизация ферментов. Носители для иммобилизованных ферментов (органические полимерные носители, синтетические полимерные носители, носители неорганической природы). Методы иммобилизации ферментов (Физическая

иммобилизация – адсорбция на нерастворимых носителях; включение в поры геля; пространственное отделение фермента от остального объема реакционной смеси с помощью полупроницаемой перегородки (мембраны); включение в двухфазную реакционную среду, где фермент растворим и может находиться только в одной из этих фаз. Химическая иммобилизация – иммобилизация на носителях, несущих гидроксигруппы, иммобилизация на носителях, несущих аминогруппы, иммобилизация на носителях, несущих сульфгидрильные группы). Применение иммобилизованных ферментов.

**Основные термины и понятия:** фермент, ферментер, белковая инженерия, иммобилизованные ферменты, амилаза, гидролаза, анаэробы, аэробы.

### Вопросы для самопроверки

1. Какие преимущества имеют иммобилизованные ферменты в сравнении со свободными молекулами?
2. Какими показателями характеризуется активность ферментов?
3. Что такое холоферменты, коферменты, кофакторы и простетические группы? Приведите примеры.
4. Что означает термин «абсолютная оптическая специфичность фермента», в чем это выражается?
5. Что такое конкурентные и неконкурентные ингибиторы ферментов? Приведите примеры.
6. Назовите задачи инженерной энзимологии.
7. Какие носители используются для иммобилизации ферментов?
8. Укажите методы иммобилизации ферментов.
9. Каково применение иммобилизованных ферментов?
10. Назовите классы ферментов.
11. Какие ферментные препараты используют при кормлении различных групп сельскохозяйственных животных с целью улучшения переваримости кормов?
12. Для чего необходимо применять ферментные препараты при силосовании бобовых трав, картофеля и соломы?
13. В чем заключается биологическое действие ферментных и микробных препаратов, используемых в животноводстве?

## ***Биосенсоры и биочипы***

Биосенсоры. Принципы конструирования биосенсоров. Разнообразие биосенсоров и их применение. Ферментные биосенсоры (ферментные электроды, ферментные микрокалориметрические датчики, биодатчики на основе хеми- и биолюминесценции). Клеточные биосенсоры. Биочипы. Биочип и принцип его работы. ДНК-микрочипы. Белковые биочипы. Применение биочипов.

**Основные термины и понятия:** биосенсор, биочип, хемиллюминесценция, биолюминесценция.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Объясните, что представляют собой биосенсоры.
2. Назовите соединения, являющиеся биоматериалом для получения биосенсоров.
3. Расскажите о принципах конструирования биосенсоров.
4. Назовите типы биосенсоров, наиболее широко применяемые в народном хозяйстве.
5. Что представляет собой биочип, для чего он предназначен?
6. Дайте характеристику разновидностям биочипов.
7. В каких случаях применяют ДНК-микрочипы?

## ***Экологическая биотехнология***

Задачи экологической биотехнологии. Биотехнология очистки сточных вод. Биологическое потребление кислорода (БПК). Аэробная переработка отходов (в присутствии кислорода). Экстенсивные методы и интенсивные способы. Коэффициент зооглейности ( $k_z$ ). Коэффициент протозойности  $k_p$ . Аэротенки (достоинства и недостатки). Перколяционные фильтры. Уловитель Саймона Хартли. Оксигенатор Дорра Оливера. Анаэробное разложение (кислая и метановая стадии процесса брожения). Фазы метанового брожения. Извлечение полезных веществ (из воды, отходов сельскохозяйственного производства.) Биоочистка газовоздушных выбросов. Биотехнологии и получение металлов. Бактериальное выщелачивание. Обогащение руд и концентратов. Биоэнергетика. Ксенобиотики и их биodeградация. Биоремедиация.

**Основные термины и понятия:** аэробы, анаэробы, поля орошения, реснитчатые, жгутиковые и сосущие инфузории, биопруды, активный ил, биоценоз, аэротенк, зооглей, микроорганизмы, гидролиз, биогаз, метановое брожение, саркодовые, перколяционные фильтры, биофильтры.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите общие показатели загрязненности сточных вод.
2. Какие способы определения органических веществ в сточных водах наиболее широко используются? Дайте их характеристику.
3. В чем состоят преимущества и недостатки биохимических способов очистки сточных вод?
4. Назовите и охарактеризуйте группы аэробных процессов биоочистки.
5. Что представляет собой активный ил?
6. В чем преимущества и недостатки переработки отходов с помощью активного ила?
7. Какие классы простейших встречаются в активном иле?
8. Что показывает коэффициент протозойности  $k_p$ ?
9. Назовите виды аэротенков.
10. В чем состоит принцип «псевдосжиженного слоя»?
11. Изобразите схему экстракции белка из ила.

## ВОПРОСЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Опишите способ получения дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Опишите этапы получения гибридных клеток.
3. Составьте общую схему получения гибридов на основе миеломных клеток и иммунных лимфоцитов.
4. Составьте схему суперовуляции у коров.
5. Опишите метод нехирургической пересадки эмбрионов крупного рогатого скота.
6. Опишите основные этапы получения трансгенных животных.
7. Составьте и опишите схему клонирования ДНК.
8. Опишите метод введения чужеродной ДНК в клетку-реципиент (трансдукция, трансформация, трансфекция).
9. Из 1 т моркови можно изолировать 1 г витамина  $B_2$  (рибофлавин), из 1 т печени – 6 г. Гриб *Eremothecium ashbyii* при выращивании на 1 т питательной смеси способен синтезировать 25 кг. Сколько можно получить рибофлавина из 96 т моркови, печени и в результате жизнедеятельности гриба *Eremothecium ashbyii* на таком же объеме питательной смеси?
10. В результате обычного химического окисления минерала халькопирита (промышленный источник меди) извлекают только 18 % минерала. Бактерии за такой же срок извлекают 98 % металла. Сколько меди будет извлечено из 100 тыс. т халькопирита химическим способом окисления? Бактериями?
11. Протеин кормовых дрожжей богат незаменимыми аминокислотами. В 1 кг содержится 35-42 г лизина, что в 10 раз больше, чем в овсе и ячмене. Сколько потребуется килограммов дрожжей, чтобы получить 1 т лизина? А овса и ячменя?
12. Зеленые водоросли являются дешевым источником белков, жиров, витаминов. В Японии, размножая в пресных водоемах одноклеточную водоросль – хлореллу, получают 16 т белка с 1 га. С такой же площади травяного покрова можно взять 673 кг белка, с посевов арахиса – 471 кг. Среднесуточная норма на одного человека 100 г белка. Рассчитайте, сколько человек можно «накормить» с 1 га площади данных культур.
13. На 1 т разлагаемого органического вещества получают в среднем 400 кубометров газа, содержание метана 60-80 %. Сколько кубометров газа можно получить из 3,5 т органического вещества?

14. Каждый из организмов на 500 кг своей массы за одни сутки производит следующее количество новообразованного белка: корова – 0,5 кг, соя – 5 кг, дрожжи – 50 т. Во сколько раз больше белка способны продуцировать дрожжевые клетки?

15. В кормовых дрожжах содержится тиамин (витамин  $B_1$ ) в среднем 12,5 мг/кг, в рыбной муке 0,9 мг/кг, горохе 6,8 мг/кг. Сколько тиамина будет содержаться в 1,7 т кормовых дрожжей, рыбной муке, горохе?

16. В дрожжах, выращенных на ячменных заторах, содержится белка – 50,0 % и 3,2 % жиров; выращенных на мелассе – белка – 44,5 % и 5,2 % жиров, на гидролизатах – 53,0 % и 2,2 % соответственно. Какой способ выращивания дрожжей наиболее эффективен?

17. Перспективы генной инженерии в животноводстве и ветеринарии.

18. Биотехнологические методы ускорения селекции в животноводстве.

19. Клеточная инженерия – перспективы развития.

20. Технология культивирования животных клеток – аспекты практического применения.

21. Опишите способ получения кормового белка из водорослей и микроскопический грибов.

22. Генетическая инженерия в животноводстве.

23. Нанотехнологии в медицине и биологии (лекарственные препараты нового поколения, контейнеры для адресной доставки лекарств в клетки-мишени, мембраны с нанопорами, фуллереновые наносферы, магнитные жидкости, магнитные наночастицы, нановакцины).

24. Биочип и принцип его работы.

25. Особенности биосинтеза белка животных.

26. Использование простейших в биосинтезах.

27. Разновидность биосенсоров и их применение.

28. Биосенсоры. Принципы конструирования биосенсоров.

29. Составьте схему получения химер.

30. Основные направления развития нанобиотехнологии (подход «сверху вниз», «мокрая нанотехнология», наномеханизмы, нанороботы).

31. Окружающая среда и биотехнология (безотходные технологии).

32. Биотехнологическая энергетика. Плантации горючего.

33. Биотехнология в животноводстве.

34. Получение новых лекарственных препаратов с помощью биотехнологии.
35. Получение, перспективы использования химерных организмов.
36. Гибридная технология.
37. Получение вакцин методами биотехнологии.
38. Получение трансгенных животных.
39. Получение новых пищевых продуктов и добавок.
40. Получение каллусной ткани.
41. Технология получения моноклональных антител.
42. Перспективы использования гибридов в животноводстве и ветеринарии.
43. Трансплантации эмбрионов в животноводстве.
44. Биотехнологическая энергетика.
45. Получение горючих материалов с помощью биотехнологии.
46. Технология культивирования *in vitro* животных клеток и эмбрионов.
47. Технология биосинтеза антибиотиков для сельского хозяйства.
48. Технология получения грибных энтомопатогенных препаратов.
49. Иммуноферментный анализ. Основные методы и маркеры иммуноферментного анализа.
50. Метагенез и методы выделения микроорганизмов-мутантов.
51. Технология получения *L*-глутаминовой кислоты.
52. Технология получения *L*-триптофана микробиологическим синтезом.
53. Конструирование штаммов продуцентов первичных метаболитов.
54. Технология биосинтеза бактериальных удобрений.
55. Многообразие биотехнологических процессов.
56. Гибридизация эукариотических микроорганизмов.
57. Биосинтез соматотропина, инсулина, вакцин на основе генной инженерии.
58. Глубинный метод культивирования продуцентов ферментов.
59. Методы генетического конструирования микроорганизмов *in vitro*.
60. Технология получения *L*-лизина и кормовых препаратов на его основе.

61. Технология производства ферментных препаратов.
62. Конструирование штаммов-продуцентов интерферонов человека.
63. Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод.
64. Микробиологическая трансформация гетероциклических соединений.
65. Методы слияния протопластов, их возможности и перспективы использования.
66. Микробиологическая трансформация стероидов.
67. Основные принципы промышленного осуществления биотехнологических процессов (питательные среды, ферментация, выделение и очистка продуктов и т.д.).
68. Технология биосинтеза аминокислот.
69. Экологические проблемы промышленной биотехнологии.
70. Технология производства белковых веществ и липидов микробным способом.
71. Получение кормовых дрожжей, обогащенных с помощью процесса ферментации, твердофазная ферментация.
72. Биотехнология получения антибиотиков.
73. Биотехнология получения аминокислот.
74. Биотехнология получения ферментных препаратов.
75. Биотехнология получения пестицидов.
76. Биотехнология получения сахарозаменителей.
77. Способы очистки сточных вод.
78. Биогeотехнология (механизмы бактериального окисления, выщелачивание металлов).
79. Культивирование растительных клеток и тканей.
80. Получение вторичных метаболитов.

## ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

**Аминокислоты** – строительные блоки белков. Известны сотни аминокислот, но в белках обнаружено только 20.

**Анаэроб** – организм, способный жить в бескислородной среде.

**Антибиотик** – вещество биологического происхождения, способное убивать микроорганизмы или угнетать их рост, а также рост злокачественных опухолей.

**Антикодон** – группа из трех оснований, комплементарная кодо-ну в иРНК. Занимает фиксированное положение в молекуле т-РНК.

**Аэрофильтры** – биологический фильтр для очистки сточных вод со значительной высотой (толщиной) фильтрующего слоя и устройством для принудительной вентиляции, обеспечивающим большую окислительную мощность аэрофильтра.

**Аэробы** – организмы, способные жить лишь в среде, содержащей свободный молекулярный кислород.

**Биогаз** – горючий газ, получаемый из твердых и жидких отходов (животноводческих отходов, городских сточных вод и т.д.), а также при сбраживании специально выращенных водорослей и других организмов с быстрорастущей биомассой.

**Биоочистка** – удаление посторонних или вредных агентов из вод и почв с помощью живых организмов.

**Биологически активные вещества (БАВ)** – вещества, вырабатываемые живыми организмами и стимулирующие их развитие или функции.

**Биологический фильтр** – сооружение для биологической очистки сточных вод, построенные на принципе постепенного прохождения очищенных масс через толщу фильтрующего материала, покрытого активной микробиологической пленкой.

**Брожение** – анаэробный ферментативный окислительно-восстановительный процесс превращения органических веществ, посредством которого многие организмы получают энергию, необходимую для их жизнедеятельности.

**Вектор** – молекула ДНК, способная к автономной репликации и включению чужеродной ДНК; является инструментом генной инженерии, обеспечивающим включение чужеродной ДНК в клетку и ее клонирование.

**Вирусы** – неклеточные формы жизни, способные проникать в определенные живые клетки и размножаться только внутри клеток.

**Витамин** – низкомолекулярное органическое вещество различной химической природы, образующееся в животном организме или поступающее с пищей.

**Гаметы** – гаплоидные половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды), при слиянии которых в процессе оплодотворения образуется диплоидная зигота.

**Ген** – структурная, функционально неделимая единица наследственной информации, представляющая собой участок молекулы ДНК (реже РНК), кодирующий синтез одной макромолекулы (полипептидов, тРНК либо рРНК). Большинство генов имеет фиксированную локализацию на хромосоме, однако известны и перемещающиеся (мигрирующие, мобильные) гены.

**Ген-оператор** – ген, контролирующий функционирование структурных генов.

**Ген-промотор** – ген, определяющий начальный участок синтеза, контролирует транскрипцию с ДНК на РНК.

**Ген-регулятор** – ген, кодирующий структуру репрессора, функцией которого является контроль транскрипции оперона.

**Ген-супрессор** – ген, способный подавлять фенотипическое проявление других генов.

**Генная инженерия** занимается изучением вопросов выделения и переноса генов от одного организма к другим, созданием новых или реконструкцией существующих организмов.

**Генетический код** – система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот, основанная на соответствии образующих кодоны чередований последовательностей нуклеотидов в ДНК или РНК аминокислотам белков.

**Геном** – полный гаплоидный набор генов или хромосом клетки или организма.

**Генотип** – совокупность имеющих фенотипическое проявление генов, локализованных в хромосомах.

**Гибридизация соматических клеток** – метод получения гибридных организмов и гибридных клеточных линий путем слияния неполовых клеток.

**Гидролазы** – класс ферментов, катализирующих реакции гидролиза – расщепление молекул органического вещества на мономеры с помощью воды.

**Гистон** – любой из основных белков, образующих комплекс с ДНК в хромосоме эукариот.

**Гиф** – одноклеточные (у низших грибов) или многоклеточные (с общим движением цитоплазмы) нити, образующие вегетативное тело гриба.

**ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)** – высокомолекулярный полимер, состоящий из четырех дезоксирибонуклеотидов, чередованием которых кодируется генетическая информация.

**Загрязнитель** – любой физический агент, химическое вещество и биологический вид, попадающий в среду жизни или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки обычного своего наличия.

**Изомеразы** – класс ферментов, катализирующих в клетках внутримолекулярные перестройки.

**Изоферменты** – ферменты с одинаковой или сходной функцией, которые кодируются разными локусами одного и того же хромосомного набора.

**Ил** – тонкозернистый осадок в водоемах и водостоках, состоящий из смеси минеральных и органических веществ часто с подавляющим преобладанием одного из них.

**Ингибиторы** – вещества различной химической природы, подавляющие каталитическую активность отдельных ферментов или ферментных систем.

**Инсулин** – универсальный анаболический гормон белковой природы, вырабатываемый поджелудочной железой.

**Интерфероны** – группы белков, образующихся в клетках при вирусных инфекциях и обеспечивающих неспецифический противовирусный иммунитет.

**Катабализм** – совокупность ферментативных реакций в живом организме, направленных на расщепление сложных органических веществ-белков, нуклеиновых кислот, жиров, углеводов, поступающих с пищей или запасенных в организме.

**Катализатор** – вещество, изменяющее (как правило, ускоряющее) скорость химической реакции.

**Клон** – группа генетически идентичных клеток, образующихся в результате вегетативного размножения одного общего предка.

**Кодирующая цепь** – цепь ДНК, последовательность которой идентична иРНК.

**Кодон** – группа из трех смежных нуклеотидов в молекуле мРНК, либо кодирующая одну из аминокислот, либо обозначающая конец синтеза белка.

**Космиды** – плазмиды, содержащие встроенный *cos*-участок фага  $\lambda$ , благодаря чему плазмидная ДНК может быть упакована *in vitro* в оболочку фага.

**Комплементарность** – свойство нуклеотидов образовывать парные комплексы при взаимодействии цепей нуклеиновых кислот.

**Конъюгация** – попарное временное сближение гомологичных хромосом, при котором возможен обмен гомологичными участками.

**Коферменты** – низкомолекулярные органические соединения небелковой природы, способные связываться с ферментом постоянно или временно для участия в катализируемой реакции.

**Липиды** – жироподобные вещества, входящие в состав живых клеток и играющие важную роль физиолого-биохимических процессах.

**Мезофилы** – организмы, нормально существующие и размножающиеся при средних температурных условиях (20-40 °С). К мезофильным микроорганизмам относят большинство бактерий, микроводорослей и других микроорганизмов, обитающих в почве, воде, телах животных и человека.

**Миелома** – линия опухолевых клеток, произошедшая из лимфоцита, обычно продуцирует один тип неполноценных иммуноглобулинов.

**Микроорганизмы** – мельчайшие, преимущественно одноклеточные организмы, видимые только в микроскоп. Способны существовать в самых различных условиях. Играют важную роль в круговороте веществ в природе.

**Моноклональные антитела** – глобулярные белки, синтезируемые гибридомами, которые получены путем слияния *B*-лимфоцитов с клетками миеломы.

**Мутаген** – физический, химический или биологический агент, увеличивающий частоту возникновения мутаций.

**Мутант** – клетка или отдельный организм, характеризующийся изменением вызванным мутациями.

**Онкогены** – гены, кодирующие белки, способные вызвать злокачественную трансформацию клеток эукариот.

**Продуценты** – организмы, служащие источником получения каких-либо веществ, используемых человеком.

**Прокариоты** – простейшие одноклеточные организмы (бактерии и синезеленые водоросли), не имеющие ядерной мембраны и окруженные элементарными мембранами органелл; генетический мате-

риал прокариот расположен в нуклеотиде – примитивном эквиваленте ядра эукариот.

**Пенициллин** – антибиотик, нарушающий биосинтез клеточной стенки бактерий.

**Плазида** – кольцевая молекула ДНК, способная стабильно существовать в автономном, не связанном с хромосомами состоянии.

**Пронуклеус** – каждое из двух гаплоидных ядер в яйцеклетке в период между проникновением в него сперматозоида и слияния ядер.

**Протеолитические ферменты (протеазы)** – ферменты класса гидролаз, катализируют расщепление пептидных связей в белках и пептидах.

**Протеиды** – сложные белки, содержащие небелковый компонент (соединение белка и углевода – гликопротеиды).

**Протеины** – простые белки, состоящие из остатков аминокислот.

**Протопласт** – клетка (у растений), полностью лишенная клеточной стенки и имеющая только клеточную мембрану.

**Редуценты** – организмы, главным образом бактерии и грибы, в ходе жизнедеятельности превращающие органические остатки в неорганическое вещества.

**Репрессор** – белок, подавляющий транскрипцию одного или нескольких генов, тесно сцепленных между собой в составе оперона либо разбросанных на хромосоме.

**Сбраживание** – анаэробное расщепление молекул питательного вещества, например, глюкозы, сопровождающееся выделением энергии.

**Секвенирование** – определение нуклеотидной последовательности ДНК или РНК.

**Селективные среды** – твердые и жидкие питательные среды, на которых могут расти клетки лишь с определенными свойствами.

**Соматическая гибридизация** – получение гибридов соматических клеток, при этом сливаются их ядра (возможна между филогенетически отдаленными видами, половое спаривание между которыми невозможно).

**Соматические клетки** – клетки тканей многоклеточных организмов, не являющиеся половыми.

**Тетрациклин** – антибиотик, нарушающий биосинтез белков у бактерий.

**Транскрипция** – биосинтез молекулы РНК на матрице ДНК.

**Трансляция** – биосинтез полипептидных цепей белков.

**Ферменты** – биологические катализаторы, присутствующие во всех клетках живого организма.

**Химеры** – организмы-мозаики, отдельные клетки и ткани которых генетически отличаются от остальных типичных для нормы, или организмы, состоящие из тканей двух или более особей, имеющих соматические клетки с различными генотипами.

**Хромосома** – нитевидная структура в ядре клетки, состоит из генов, расположенных в линейной последовательности, геном прокариотической клетки может содержать единичную молекулу ДНК, в эукариотических клетках молекула ДНК образует комплекс с гистонами и другими белками.

**Хромосомный набор** – совокупность хромосом в ядре нормальной гаметы или зиготы.

**Цианобактерии** – группа фототрофных прокариотических организмов (традиционное название – синезеленые водоросли).

**Штамм** – чистая одновидовая культура микроорганизмов, выделенная из определенного источника или полученная в результате мутации и обладающая специфическими физиолого-биохимическими признаками.

**Эписомы** – генетические элементы (плазмиды), которые могут существовать в клетке либо независимо от хромосомы, либо встраиваться в нее.

**Эукариоты** – организмы, клетки которые имеют четко выраженное деление на ядро и цитоплазму. Эукариоты могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными. К ним относятся высшие растения и животные.

**Ядро** – органелла эукариотической клетки, окруженная мембраной и содержащая хромосомы.

**Ядрышко** – органелла ядра эукариот, связанная с участком хромосомы, содержащим гены р-РНК.

**Яйцеклетка** – гамета женского типа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для современного специалиста сельскохозяйственного производства необходимы глубокие и всесторонние знания.

Биотехнология является одной из перспективных и высокорентабельных отраслей производства, находит широкое применение во всех отраслях народного хозяйства.

Одним из наиболее быстро развивающихся направлений биотехнологии является генетическая инженерия, которая позволяет осуществлять всевозможные манипуляции с генами различных организмов. Методы генетической инженерии позволяют за короткий срок создавать новый генотип.

Полученные трансгенные животные являются удобной моделью для изучения болезней человека, такие животные могут быть использованы для производства необходимых человеку биопрепаратов, целей ксенотрансплантации (источники органов для пересадки человеку). Генетическая терапия открывает огромные перспективы в лечении наследственных заболеваний.

Другими перспективными направлениями являются клеточная инженерия и нанотехнологии. С их помощью решаются проблемы медицины, растениеводства, животноводства, пищевой и перерабатывающей промышленности.

Биотехнологическими методами удалось решить и экологические проблемы, связанные с утилизацией твердых отходов и очисткой сточных вод. Перспективным направлением является развивающаяся биоэнергетика.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Бакай, А.В. Генетика: учеб. пособие / А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко. – М.: КолосС, 2007. – 448 с.
2. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.
3. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 589 с.
4. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова. – М.: Академия, 2008. – 207 с.
5. Тихонов, И.В. Биотехнология / И.В. Тихонов. – СПб.: ГНОРД, 2005.
6. Четвертакова, Е.В. Биотехнология: курс лекций / Е.В. Четвертакова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010 – 90 с.
7. Четвертакова, Е.В. Биотехнология: учеб. пособие / Е.В. Четвертакова, Л.П. Владышевская; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011 – 175 с.

### *Дополнительная*

1. Коничев, Л.И. Молекулярная биология / Л.И. Коничев, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
2. Машкина, О.С. Генетическая инженерия и биобезопасность / О.С. Машкина, А.К. Буторина. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. – 71 с.
3. Рис, Э. Введение в молекулярную биологию. От клеток к атомам / Э. Рис, М. Стенберг. – М.: Мир, 2002. – 142 с.
4. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. – М.: КолосС, 2004. – 439 с.
5. Сергеев, Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев. – М., 2007. – 336 с.
6. Тейлор, Д. Биология в 3 т. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Мир, 2005. – Т. 1. – 454 с.
7. Тейлор, Д. Биология в 3 т. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Мир, 2005. – Т. 2. – 436 с.
8. Тейлор, Д. Биология в 3 т. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Мир, 2005. – Т. 3. – 451 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Образец оформления титульного листа контрольной работы

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Институт ПБиВМ  
Кафедра разведения, генетики и биотехнологии  
сельскохозяйственных животных

Контрольная работа

по дисциплине **«Биотехнология»**  
(для направления 111100.62 «Зоотехния»)

*или*

**«Биотехнология и генная инженерия»**  
(для направления 111900.62 «Ветеринарно-санитарная экспертиза»)

*или*

**«Введение в биотехнологию»**  
(для направления 020400.62 «Биология»)

Шифр контрольной работы №

Выполнил студент Ф.И.О. \_\_\_\_\_ курса \_\_ группы \_\_\_\_\_  
заочного отделения  
направления \_\_\_\_\_

Проверил: ученая степень, ученое звание Ф.И.О.

Красноярск 20\_\_ г.

Варианты контрольных работ

Последние две цифры шифра

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0</b>	1 20 47	2 30 51	3 40 65	4 50 68	5 60 32	6 70 35	7 80 44	8 36 64	9 33 79	10 22 55
<b>1</b>	11 21 52	12 31 60	13 41 63	14 51 66	15 61 46	16 71 34	17 54 67	9 18 41	10 30 76	20 62 72
<b>2</b>	9 21 32	10 22 42	11 23 52	12 24 62	13 25 72	14 26 47	1 15 27	16 28 75	29 48 73	2 30 50
<b>3</b>	10 31 43	11 32 53	12 33 63	13 34 73	14 35 51	15 36 74	16 37 60	38 58 75	9 39 60	40 59 76
<b>4</b>	10 41 54	9 42 64	12 43 74	11 44 80	13 45 57	14 46 63	16 47 65	15 31 48	17 49 73	18 50 75
<b>5</b>	2 51 66	7 19 52	5 53 78	23 54 68	8 55 75	12 56 73	13 44 57	14 58 80	15 59 74	16 20 60
<b>6</b>	4 19 61	32 62 69	7 33 63	6 34 64	8 65 79	57 66 70	17 67 75	18 41 68	4 35 69	3 32 70
<b>7</b>	20 38 71	22 30 72	9 49 73	21 41 74	19 46 75	23 39 76	24 44 77	30 51 78	27 37 79	36 47 80
<b>8</b>	15 25 77	29 51 80	22 52 79	34 44 60	40 50 70	49 58 71	45 65 72	2 66 73	20 41 74	35 46 75
<b>9</b>	3 43 76	6 17 46	4 39 47	48 63 75	29 40 54	30 63 58	21 37 59	55 65 80	41 68 78	31 70 79

# **Биотехнология**

*Методические указания*

*Четвертакова Елена Викторовна*

Редактор Л.Э. Трибис

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 2015. Формат 60×90/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. Тираж экз. Заказ №

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117