

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.09.2025 12:14:40
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук
Кафедра общей биологии и биоэкологии

УТВЕРЖДЁН

на заседании кафедры общей биологии и
биоэкологии

Протокол от «27» августа 2025 г. № 1

Заведующий кафедрой

 /Гордеев М.И./

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине

БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Профиль:

Биомедицинские технологии и генетика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва

2025

Автор – составитель:

Власов С.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и
биоэкологии

Гордеев М.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей
биологии и биоэкологии

Фонд оценочных средств к освоению дисциплины «Биология размножения и развития» составлен в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 920 от 07.08.2020

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1, модуль профиля "Биология" и является дисциплиной обязательной для изучения.

Оглавление

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	4
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	4
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	7
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	33

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-3 «Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности»	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия); 2. Самостоятельная работа.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-3	Пороговый	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия); 2. Самостоятельная работа	знать: - научные представления и методы исследования в современной биологии развития; - биологические механизмы размножения; - закономерности развития многоклеточных организмов; - механизмы клеточных дифференцировок; - молекулярные аспекты реализации программ развития; - роль процессов развития в эволюции организмов; уметь: - демонстрировать знания молекулярной биологии, генетики, основ эволюционной теории и анализировать современные направления исследования эволюционных процессов и биологии развития; - использовать в профессиональной деятельности современные представления о проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого, иметь современные представления о механизмах роста, морфогенезе и цитодифференциации, о причинах аномалий развития.	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией	Шкала оценивания опроса и собеседования Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации

ОПК-3	Продвинутый	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия); 2. Самостоятельная работа	уметь: - планировать и осуществлять экспериментальные исследования; - применять основные методы генетического и молекулярного анализа, методы получения эмбрионального материала, воспроизведения живых организмов в лабораторных и производственных условиях; владеть: - широким спектром методов экспериментальной биологии; - биологической культурой и грамотностью, бережным отношением к живым объектам.	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада. Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией. Реферат. Экзамен.	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания тестирования. Шкала оценивания доклада. Шкала оценивания презентации. Шкала оценивания реферата.
-------	-------------	---	---	--	--

Описание шкал оценивания

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» (итоговая форма контроля – экзамен).

Текущий контроль освоения компетенций студентом оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутым. При этом учитывается посещаемость студентом лекций, практических занятий, активность студента на практических занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ, тестов, участие студентов в научной работе (например, написание рефератов, докладов и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

Соотношение вида работ и количества баллов в рамках процедуры оценивания

Вид работы	Количество баллов
Устные ответы на практических занятиях	32
Выступление с докладом, с презентацией	9
Выполнение теста или контрольного задания	9
За выполнение реферата	10
ИТОГО:	60
Экзамен	40
ИТОГО:	100

Шкала оценивания опроса

Показатель	Балл
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины.	2

Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины.	1
Ответ неполный как по объему, так и по содержанию; положения ответа не аргументированы; проблемы с употреблением терминологии дисциплины.	0

Максимальное количество баллов – 32 (по 2 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания доклада

<i>Показатель</i>	<i>Балл</i>
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	5
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	2
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Шкала оценивания презентации

<i>Показатель</i>	<i>Балл</i>
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Сделаны обоснованные выводы. Широко использованы возможности технологии программы, в которой выполнена презентация.	4
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении.	1
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии программы использованы лишь частично.	0

Максимальное количество баллов за доклад с презентацией – 9 баллов.

Шкала оценивания реферата

<i>Критерии оценивания</i>	<i>Баллы</i>
Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	9-10
Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	6-8
Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	3-5
Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.	0-2

Максимальное количество баллов – 10.

Шкала оценивания тестирования и выполнения контрольного задания

Для оценки используются следующие критерии:

0-20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (0-баллов);

30-50% - «удовлетворительно» (1 балл);

60-80% - «хорошо» (2 балла);

80-100% – «отлично» (3 балла).

Максимальное количество баллов – 9.

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль успеваемости имеет целью оценить систематичность учебной работы обучающегося в течение семестра.

ОПК-3 «Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно функциональной организации

генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности»

знать:

- научные представления и методы исследования в современной биологии развития.
- биологические механизмы размножения;
- закономерности развития многоклеточных организмов;
- механизмы клеточных дифференцировок;
- молекулярные аспекты реализации программ развития;
- роль процессов развития в эволюции организмов;

уметь:

- демонстрировать знания молекулярной биологии, генетики, основ эволюционной теории и анализировать современные направления исследования эволюционных процессов и биологии развития;
- использовать в профессиональной деятельности современные представления о проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого, иметь современные представления о механизмах роста, морфогенезе и цитодифференциации, о причинах аномалий развития.

Вопросы для опроса и собеседования

Гаметы: происхождение, созревание, строение

1. Каков общий план строения сперматозоида?
2. Перечислите структуры, входящие в состав головки сперматозоида.
3. Назовите способы передвижения сперматозоидов.
4. Каковы особенности строения и функционирования жгутика сперматозоида?
5. Опишите последовательные фазы сперматогенеза.
6. Каков общий план строения яйца?
7. Опишите особенности организации и функции цитоплазмы яйцеклетки.
8. Приведите классификацию яйцеклеток.
9. Опишите фазы оогенеза. Перечислите существенные отличия процесса оогенеза от процесса сперматогенеза.
10. В процессе сперматогенеза нарушено формирование акросомы. Какая функция сперматозоида будет утрачена?
11. С помощью морфометрии получены сравнительные данные о диаметре яйцеклеток курицы, черепахи, кошки и человека. Между какими из них найдены различия и какие близки по этому показателю? Объясните почему.

Оплодотворение

1. Что такое оплодотворение?
2. Какова сущность осеменения?
3. В чем особенности моно- и полиспермии?
4. Опишите процессы дистантного и контактного узнавания гамет.
5. Как осуществляется слияние гамет?
6. Каков механизм быстрого и медленного блоков полиспермии?
7. В чем сущность естественного и искусственного партеногенезов?
8. В полости яйцевода обнаружена клетка, окруженная оболочками и имеющая два ядра. Назовите эту клетку и укажите, какой стадии эмбриогенеза соответствует ее строение и локализация?

Дробление

1. Что такое дробление? Каково его значение в развитии зародыша?
2. Какова зависимость дробления от типа яйца?
3. Какие разновидности голобластического дробления вы знаете?
4. Опишите радиальное голобластическое дробление.
5. Опишите спиральное и билатеральное голобластическое дробление.
6. Опишите асинхронное (чередующееся) голобластическое дробление.
7. Что такое меробластическое дробление? Какие разновидности меробластического дробления вы знаете?
8. Опишите дискоидальное и поверхностное дробление.

Гастрюляция и формирование основных закладок органов

1. Что такое гастрюляция?
2. Какие типы гастрюляции вы знаете?
3. В чем сущность процесса эпиболии?
4. Как осуществляется инвагинация?
5. Чем отличаются друг от друга процессы инволюции, иммиграции и деламинации?
6. Опишите особенности процессов гастрюляции у морского ежа.
7. Опишите особенности гастрюляции у ланцетника.
8. Как осуществляется гастрюляция у амфибий?
9. Каковы особенности гастрюляции у рептилий и птиц?
10. Как осуществляется гастрюляция у млекопитающих?
11. Из какого материала построена амниотическая складка?
12. У каких животных образуется амниотическая складка?
13. Какие стадии проходит зародыш в процессе имплантации?
14. Как образуется туловищная складка?

Развитие производных эктодермы

1. Что такое нейруляция?
2. Каков основной результат нейруляции?
3. Опишите механизм формирования нервной трубки.
4. Опишите процесс дифференцировки нервной трубки.

Развитие производных мезодермы

1. Что такое комплекс осевых зачатков и из чего он образуется?
2. Что такое мезенхима и из чего она образуется?
3. Что такое сомиты?
4. Какие зачатки образуются из сегментных ножек мезодермы?

Клеточная дифференцировка

1. Что такое эмбриональная индукция? Что является индуктором?
2. Что понимают под компетенцией и детерминацией клетки?
3. Какова роль верхней губы бластопора в развитии амфибий?
4. Что такое региональная специфичность индукции?

5. Какова роль клеток вегетативного полюса в формировании осевых структур у амфибий?
6. Что такое центр Ньюкупа и какова его роль в развитии?

Генетическая регуляция развития

1. Какие группы генов участвуют в раннем развитии дрозофилы?
2. Какие гены отвечают за формирование осевого паттерна у дрозофилы?
3. Что такое гены материнского эффекта, и какова их роль?
4. Как контролируется формирование сегментации у дрозофилы?
5. Что такое гомеозисные гены и каковы их функции в развитии?
6. Что такое гомеобокс и как он организован?

Перечень вопросов для тестовых заданий с ключами

Гаметогенез, дробление, гаструляция.

Процесс образования половых клеток называется:

- 1) мейозом;
- 2) митозом;
- 3) эмбриогенезом;
- 4) гаметогенезом;
- 5) филогенезом.

В сперматогенезе выделяют последовательные стадии

- 1) размножения, созревания, формирования;
- 2) митоза, мейоза, созревания, роста;
- 3) размножения, роста, созревания, формирования;
- 4) митоза, роста, формирования, созревания;
- 5) размножения, роста, созревания.

В фазе формирования сперматогенеза происходит

- 1) митотическое деление сперматогоний;
- 2) мейотическое деление сперматогоний;
- 3) преобразование сперматид в зрелые спермии;
- 4) митотическое деление сперматоцитов;
- 5) увеличение в размерах сперматоцитов I и их вступление в мейоз.

В оогенезе выделяют последовательные стадии:

- 1) размножения, роста, созревания, формирования;
- 2) размножения, роста, овуляции;
- 3) размножения, роста, созревания;
- 4) митоза, роста, созревания;
- 5) митоза, мейоза, формирования.

В фазе роста оогенеза происходит:

- 1) увеличение в размерах ооцитов I и их вступление в мейоз;
- 2) митотическое деление оогоний;
- 3) мейотическое деление оогоний;
- 4) мейотическое деление ооцитов;
- 5) увеличение в размерах оогоний и их вступление в мейоз.

При первом делении созревания оогенеза образуются:

- 1) ооцит II и первое полярное тельце;
- 2) ооцит I и первое полярное тельце;
- 3) два ооцита тельца;
- 4) ооцит I и второе полярное тельце;
- 5) ооцит II, первое и второе полярные.

Основные структурные компоненты головки спермия:

- 1) диплоидное ядро и акросома ;
- 2) гаплоидное ядро и акросома;
- 3) гаплоидное ядро и митохондрии;
- 4) диплоидное ядро и митохондрии;
- 5) гаплоидное ядро, акросома и митохондрии.

Акросома спермия локализована в

- 1) связующей части хвостика;
- 2) головке;
- 3) промежуточной части хвостика;
- 4) главной части хвостика;
- 5) терминальной части хвостика.

Митохондрии спермия локализованы в:

- 1) головке;
- 2) промежуточном отделе хвостика;
- 3) связующем отделе хвостика;
- 4) главном отделе хвостика;
- 5) промежуточном и главном отделах хвостика.

Центриоли спермия локализованы в:

- 1) промежуточном отделе хвостика;
- 2) головке;
- 3) главном отделе хвостика;
- 4) связующем отделе хвостика;
- 5) связующем и промежуточном отделах хвостика.

Желточные гранулы ооцитов – это:

- 1) мембранные пузырьки, содержащие ферменты;
- 2) немембранные структуры, образованные двумя субъединицами;
- 3) мембранные пузырьки, содержащие вителлогенин, липиды, полисахариды;
- 4) немембранные структуры, образованные микротрубочками;
- 5) мембранные структуры, содержащие пигмент липофусцин.

Оболочки ооцита млекопитающих:

- 1) первичная, вторичная, третичная;
- 2) прозрачная оболочка, клетки яйценосного бугорка - лучистый венец;
- 3) прозрачная оболочка, перивителлиновое пространство;
- 4) слизистая, мышечная, серозная;
- 5) гранулезная, тека.

В ооплазме обнаруживаются:

- 1) акросомы, лизосомы, желточные гранулы;
- 2) кортикальные гранулы, желточные гранулы;
- 3) акросомы, лизосомы, кортикальные гранулы;
- 4) азурофильные гранулы, кортикальные гранулы;
- 5) кортикальные гранулы, желточные гранулы, информосомы.

При оплодотворении локальному растворению оболочек ооцита способствует:

- 1) кортикальная реакция яйцеклетки;
- 2) акросомальная реакция спермиев;
- 3) капацитация спермиев;
- 4) внедрение зародыша в стенку матки;
- 5) слияние мужского и женского пронуклеусов.

Вследствие проникновения спермия в ооплазму происходит

- 1) акросомальная реакция;
- 2) капацитация;
- 3) овуляция и образование первого полярного тельца;
- 4) гастрюляция;
- 5) кортикальная и зональная реакции.

При кортикальной реакции происходит

- 1) разрушение акросомы спермиев и выделение гидролитических ферментов;
- 2) экзоцитоз кортикальных гранул и образование оболочки оплодотворения;
- 3) проникновение спермиев в прозрачную оболочку;
- 4) блокирование рецепторов на поверхности прозрачной оболочки;
- 5) внедрение зародыша в стенку матки.

У большинства животных при оплодотворении полиспермии препятствует

- 1) кортикальная и зональная реакции;
- 2) акросомальная реакция;
- 3) капацитация и кортикальная реакция;
- 4) овуляция;
- 5) гастрюляция.

Капацитация - это процесс

- 1) приобретения спермиями подвижности;
- 2) слияния спермия с яйцеклеткой;
- 3) прикрепления спермия к яйцеклетке;
- 4) приобретения спермиями способности к оплодотворению яйцеклетки;
- 5) выделения спермием ферментов при оплодотворении яйцеклетки.

По распределению желточных включений различают следующие типы яйцеклеток

- 1) центролецитальные, олиголецитальные, полилецитальные;
- 2) алецитальные, олиголецитальные, полилецитальные;
- 3) алецитальные, телолецитальные, полилецитальные;
- 4) центролецитальные, изолецитальные, телолецитальные;
- 5) телолецитальные, центролецитальные, алецитальные.

Яйцеклетка насекомых по количеству и распределению желточных включений

- 1) олиголецитальная, телолецитальная;
- 2) олиголецитальная, вторично изолецитальная;
- 3) полилецитальная, центролецитальная;

- 4) алецитальная, изолецитальная;
- 5) полилецитальная, вторично изолецитальная.

Яйцеклетка птиц по количеству и распределению желточных включений

- 1) олиголецитальная, телолецитальная;
- 2) полилецитальная, крайнетелолецитальная;
- 3) олиголецитальная, изолецитальная;
- 4) алецитальная, изолецитальная;
- 5) полилецитальная, изолецитальная.

Яйцеклетка млекопитающих по количеству и распределению желточных включений

- 1) олиголецитальная, телолецитальная;
- 2) полилецитальная, телолецитальная;
- 3) олиголецитальная, изолецитальная;
- 4) алецитальная, изолецитальная;
- 5) полилецитальная, изолецитальная.

Тип дробления зиготы зависит от

- 1) количества кортикальных гранул;
- 2) места оплодотворения;
- 3) времени оплодотворения;
- 4) количества желтка в яйцеклетке;
- 5) наличия белка в яйцеклетке.

Итогом дробления зиготы является стадия

- 1) гастролы;
- 2) морулы;
- 3) нейрулы;
- 4) зиготы;
- 5) бластоцисты.

Дробление у насекомых

- 1) частичное, дискоидальное;
- 2) полное, радиальное;
- 3) полное, чередующееся;
- 4) частичное, поверхностное;
- 5) полное, спиральное.

Дробление у амфибий

- 1) частичное, дискоидальное;
- 2) радиальное, равномерное;
- 3) частичное, поверхностное;
- 4) полное, спиральное;
- 5) радиальное, неравномерное.

Дробление у млекопитающих

- 1) частичное, дискоидальное;
- 2) полное, радиальное;
- 3) полное, чередующееся;
- 4) частичное, поверхностное;
- 5) полное, спиральное.

Механизмы гаструляции

- 1) инвагинация, иммиграция, имплантация, эпиболия;
- 2) инвагинация, иммиграция, имплантация, деламинация;
- 3) иммиграция, имплантация, деламинация, эпиболия;
- 4) инвагинация, иммиграция, деламинация, эпиболия;
- 5) инвагинация, эпиболия, имплантация, деламинация

В гаструляции у амфибий преобладает механизм

- 1) деламинации и инвагинации;
- 2) эпиболии и инвагинации;
- 3) иммиграции и деламинации;
- 4) инвагинации и имплантации;
- 5) имплантации и иммиграции.

Последовательные этапы эмбриогенеза

- 1) оплодотворение, зигота, дробление, гаструляция, органогенез;
- 2) дробление, обособление зачатков, органогенез и гистогенез;
- 3) зигота, дробление, гаструляция, нейруляция;
- 4) зигота, дробление, гаструляция, обособление зачатков органов и тканей, гистогенез и органогенез;
- 5) гаметогенез, оплодотворение, обособление зачатков органов и тканей, гистогенез и органогенез.

Раннее развитие позвоночных

1. При оплодотворении у амфибий точка проникновения сперматозоида становится:

- А) дорзальной стороной эмбриона
- Б) вентральной стороной эмбриона
- В) латеральной стороной эмбриона
- Г) не имеет значения

2.

1. Что такое кортикальный сдвиг?

- А) смещение мембраны яйцеклетки на 30° на дорсальную сторону
- Б) смещение кортикальной цитоплазмы относительно внутренней
- В) смещение внутренней цитоплазмы относительно кортикальной
- Г) дифференциация цитоплазмы на кортикальную и внутреннюю

3. В вегетативном кортексе яйцеклетки локализованы:

- А) мРНК Wnt11
- Б) β-катенин
- В) белок Dishevelled (Dsh)
- Г) белок GSK3

4. Дробления у амфибий:

- А) радиальное равномерное
- Б) радиальное неравномерное
- В) асинхронное

5. Какую роль играет бластоцель?

- А) образует поверхность, по которой во время гаструляции мигрируют клетки

- Б) накапливает морфогены, необходимые для формирования дорсо-вентральной оси
- В) препятствует преждевременному взаимодействию нижних и верхних клеток
- Г) обеспечивает передачу сигнала от вегетативных клеток к анимальным

6. Во время гастрюляции у амфибий наблюдается:

- А) эпиболия
- Б) вегетативная ротация
- В) формирование бутылковидных клеток и инвагинация
- Г) инволюция и клеточная миграция
- Д) конвергенция и удлинение
- Е) все перечисленные типы

7. «Первичный организатор» представлен:

- А) дорсальной губой бластопора
- Б) дорсальной губой бластопора и хордой
- В) дорсальной губой бластопора и головной энтометодермой
- Г) дорсальной губой бластопора, хордой и головной энтометодермой
- Д) дорсальными вегетативными клетками
- Е) центром Ньюкупа

8. Роль морфогенов материнского эффекта:

- А) белок GSK3 деактивирует β -катенин
- Б) β -катенин деактивирует белок Dishevelled
- В) белок Dishevelled деактивирует белок GSK3
- Г) белок Wnt11 деактивирует белок Dishevelled
- Д) белок Wnt11 усиливает сигнал β -катенин
- Е) белок Wnt11 усиливает сигнал белка GSK3

9. Роль β -катенина:

- А) β -катенин – это паракринный фактор, передающий сигнал для дезактивации белка Tcf3, блокирующего транскрипцию генов siamois и twin
- Б) β -катенин – фактор транскрипции, который в комплексе с белком Tcf3 активирует транскрипцию генов siamois и twin
- В) β -катенин – фактор транскрипции, активизирующий транскрипцию генов белков организатора: chordin, noggin, goosecoid

10. Ткань организатора:

- А) активирует BMP, что приводит к превращению эктодермы в нервную ткань
- Б) ингибирует BMP, что приводит к превращению эктодермы в нервную ткань
- В) активирует BMP, что приводит к превращению эктодермы в эпидермис
- Г) ингибирует BMP, что приводит к превращению эктодермы в эпидермис

11. Какова роль глоточной энтодермы в развитии амфибий?

- А) является источником ингибиторов Wnt, который блокирует формирование нервной ткани
- Б) является источником активаторов Wnt, который обеспечивает формирование нервной ткани
- Б) является источником ингибиторов BMP, который блокирует формирование эпидермиса
- В) является источником активаторов BMP, который обеспечивает формирование эпидермиса

12. Организатором у рыб является:

- А) желточный синцидиальный слой
- Б) эрибласт
- В) зародышевый щиток

13. Роль центра Ньюкопа у рыб играет:

- А) желточный синцидиальный слой
- Б) эрибласт
- В) зародышевый щиток

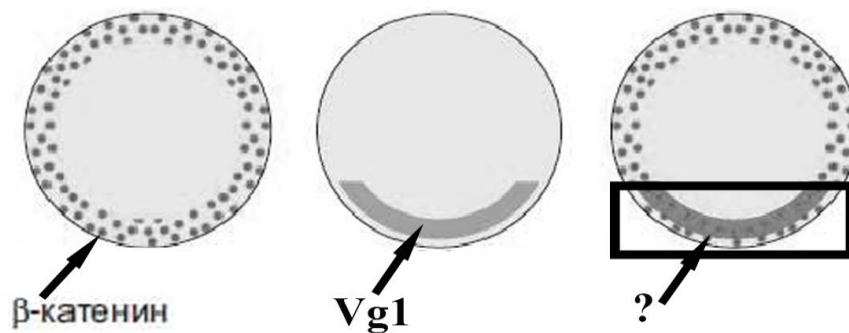
14. Организатором у птиц являются:

- А) клетки гензеновского узелка и их производные
- Б) клетки задней части серпа Коллера

15. Формирование центра Ньюкопа у птиц обеспечивают:

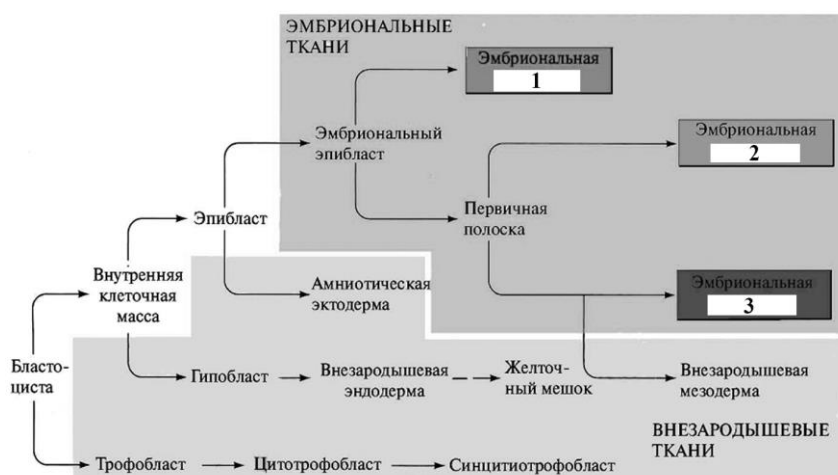
- А) клетки гензеновского узелка и их производные
- Б) клетки задней части серпа Коллера

16. Птицы. Что под знаком вопроса?



? – Центр Ньюкопа.

17. Млекопитающие. Заполните



1- ? эктодерма

2- ? энтодерма

3- ? мезодерма

Производные зародышевых листков

1. Производными энтодермы являются
 - 1) тонкий и толстый кишечник;
 - 2) почки и половые железы;
 - 3) хорда и мышцы;
 - 4) нервная трубка и органы чувств;
 - 5) протоки пищеварительных желез (больших).
2. При дифференцировке мезодермы образуются следующие зачатки
 - 1) эктодерма, энтодерма;
 - 2) сомит, нефротом, спланхнотом;
 - 3) эпибласт, гипобласт;
 - 4) эмбриобласт, трофобласт;
 - 5) сомит, нефротом, нервная пластинка.
3. Компоненты нейрального зачатка
 - 1) нервная трубка, мезодерма, хорда;
 - 2) нервная пластинка, нервные гребни, плакоды;
 - 3) нервная пластинка, плакоды, мезодерма;
 - 4) нервная трубка, нервные гребни, плакоды;
 - 5) нервная трубка, нервные гребни, мезодерма.
4. Производными нервного гребня являются:
 - 1) пигментные клетки;
 - 2) хрусталик;
 - 3) висцеральные хрящи;
 - 4) перепончатый лабиринт;
 - 5) жировые клетки.
5. Производными висцерального листка мезодермы являются
 - 1) сердце, стенки целома, кровеносные сосуды;
 - 2) мускулатура конечностей, сердце, кровеносные сосуды;
 - 3) сердце, кровеносные сосуды, клетки крови;
 - 4) стенки целома, мускулатура конечностей, сердце;
 - 5) клетки крови, кровеносные сосуды, мускулатура конечностей.
6. Начало поперечно-полосатой мускулатуре дает
 - 1) хордомезодерма;
 - 2) параксиальная мезодерма
 - 3) промежуточная мезодерма
 - 4) мезенхима головы;
 - 5) мезодерма боковых пластинок.
7. При дифференцировке сомита образуются следующие зачатки
 - 1) дерматом, миотом, спланхнотом;
 - 2) дерматом, миотом, нефрогонотом;
 - 3) дерматом, миотом, склеротом;
 - 4) дерматом, миотом, склеротом, нефротом;
 - 5) миотом, склеротом, спланхнотом.

8. Стенка желточного мешка зародыша млекопитающих образована

1) внезародышевой энтодермой и внезародышевой мезодермой;

2) комплексом пупочных сосудов, слизистой тканью и амниотической оболочкой;

3) тяжами трофобласта;

4) внезародышевой мезодермой и трофобластом;

5) внезародышевой эктодермой и внезародышевой мезодермой.

ОПК-3 «Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности»

уметь:

- планировать и осуществлять экспериментальные исследования;
- применять основные методы генетического и молекулярного анализа, методы получения эмбрионального материала, воспроизведения живых организмов в лабораторных и производственных условиях;

владеть:

- широким спектром методов экспериментальной биологии;
- биологической культурой и грамотностью, бережным отношением к живым объектам.

Темы практических занятий и вопросы, выносимые на обсуждение

Тема 1: Основные понятия биологии развития.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Морфогенетические поля и паттерны развития. Мозаический и регулятивный типы развития. Проспективные карты зачатков. Позиционная информация. Парадигмы развития: дифференциальная экспрессия генов, межклеточные взаимодействия. Морфогенетические детерминанты и морфогены.

Тема 2: Генетическая регуляция развития. Регуляция работы генов 1.

Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие: Онтогенетическая стабильность генома. Геномные перестройки в соматических клетках. Многоуровневый характер регуляции экспрессии генов. Регуляция генов на уровне инициации транскрипции. Общие и специальные транскрипционные факторы. ДНК-белковые и белок-белковые взаимодействия. Доменная структура транскрипционных факторов. Регуляция экспрессии генов на пост- транскрипционном уровне. Терминация транскрипции, кэпирование, полиаденилирование, сплайсинг. Регуляция экспрессии генов на пре-трансляционном и трансляционном уровнях.

Тема 3: Генетическая регуляция развития. Регуляция работы генов 2.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Гены материнского эффекта. Транспорт и активация мРНК. Каскады транскрипционных факторов. Гомеозисные гены и гены-реализаторы, кластерная организация гомеотических генов. Консерватизм кластеров Нох-генов и паттерны их экспрессии. Гены, контролирующие апоптоз.

Тема 4. Взаимодействия клеток 1.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Надмолекулярные структуры дифференцированных клеток. Миграция клеток как результат избирательных взаимодействий. Способы и механизмы миграции. Сортировка клеток. Взаимодействия между клеточными поверхностями. Семейства молекул клеточной адгезии и их роль в взаимодействии клеток. Взаимодействия клеток с внеклеточным матриксом.

Тема 5. Взаимодействия клеток 2.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Молекулярные механизмы межклеточных взаимодействий. Сигналинг при межклеточных взаимодействиях и при взаимодействии клеток с внеклеточным матриксом. Участие межклеточных контактов и контактов клеток с внеклеточным матриксом в передаче сигналов. Паракринные факторы, рецепторы клеточной поверхности. Основные сигнальные пути. Пересечение сигнальных путей. Механические факторы клеточной дифференцировки. Сигнальные пути апоптоза.

Тема 6. Гаметогенез и оплодотворение.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Строение и функции половых клеток. Гаметогенез и его этапы. Различия в мейозе мужских и женских половых клеток. Стадии оплодотворения. Факторы активации сперматозоидов. Акросомная реакция. Способы предотвращения полиспермии. Слияние мужского и женского пронуклеусов.

Тема 7: Раннее эмбриональное развитие: дробление и гастрюляция.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Биологические функции дробления. Факторы, определяющие пространственную организацию делений дробления. Особенности клеточного цикла в период дробления. Типы дробления. Типы бластул. Основные характеристики гастрюляции. Типы морфогенетических движений и их механизмы. Способы закладки мезодермы.

Тема 8. Генетическая регуляция раннего развития.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Онтогенез как реализация наследственно детерминированной программы развития. Генетическая регуляция раннего эмбрионального развития дрозофилы. Установление осевого паттерна и формирование пространственной организации. Роль генов материнского эффекта, генов сегментации и гомеозесных генов в развитии.

Тема 9. Эмбриональная индукция.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Индукция, компетенция, детерминация, дифференцировка. Индуктор и компетентная ткань. Взаимодействие индуктора и компетентной ткани. Молекулярная природа индукторов. Превичная эмбриональная индукция. Организатор Г. Шпемана и его роль в гастрюляции и последующем морфогенезе. Региональная специфичность индукции. Спецификация мезодермы факторами бластомеров вегетативного полушария. Центр Ньюкупа.

Тема 10. Раннее развитие различных групп позвоночных животных.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Раннее развитие и формирование осей у рыб, птиц и млекопитающих. Молекулярные механизмы детерминации осей. Первичный организатор и центр Ньюкупа в различных группах. Спецификация лево-правой оси.

Тема 11: Развитие производных эктодермы.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Нейруляция. Формирование передне-заднего и дорсо-вентрального паттернов нервной трубки. Нервный гребень и его производные. Развитие спинного мозга и периферической нервной системы. Развитие эпидермиса и его производных.

Тема 12: Развитие производных энтодермы.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Судьба бластопора в разных группах животных. Развитие органов пищеварения в различных группах хордовых. Развитие рта, жаберной полости, легких печени и поджелудочной железы.

Тема 13: Развитие производных мезодермы.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Отличия телобластического и энтероцельного способов закладки мезодермы. Хорда, дорсальная мезодерма, промежуточная мезодерма, мезодерма боковых пластинок, мезенхима и их производные. Остеогенез. Формирование кровеносной системы.

Тема 14. Детерминация пола.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Типы определения пола. Генетические механизмы детерминации пола. Половые хромосомы. Молекулярные механизмы детерминации пола у дрозофилы, нематоды и млекопитающих. Первичная и вторичная детерминации пола. Гормональная регуляция формирования первичных и вторичных половых признаков. Изменение пола под действием факторов внешней среды. Разнообразие форм детерминации пола.

Тема 15: Метаморфоз, регенерация, рост и его регуляция.

Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие: Изменения строения тела при метаморфозе. Голометаболия, гемиметаболия и аметаболия. Роль гормонов в метаморфозе: ювенильного гормона (JH) и стероидных (экдизон и 20-гидроксиэкдизон). Регуляция транскрипции рецепторами стероидных гормонов. Физиологическая регенерация. Репаративная регенерация (эпиморфоз, морфаллаксис, эндоморфоз). Клеточные источники регенерации (малодифференцированные клетки, сохранившиеся в ходе эмбриогенеза; дедифференцировка и редифференцировка клеток дефинитивных тканей; трансдифференцировка и метоплазия при регенерации). Изометрический и аллометрический рост. Физические пределы. Механизмы: увеличение размера клеток, увеличение числа клеток (мультипликативный и аккреционный), увеличение неклеточного вещества. Регуляция роста (тканевые факторы роста, гормональная регуляция, роль среды). Факторы, ингибирующие рост.

Тема 16: Онтогенез и эволюционное развитие.

Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие: Общие закономерности эволюции онтогенеза. Онтогенез, филогенез и рекапитуляция. Эволюционное значение онтогенеза. Генетические основы усложнения организмов в ходе эволюции. Гомологичные и паралогичные гены. Консерватизм генов и сигнальных цепочек. Модулярность как основной принцип эволюции. Канализация развития.

Темы обобщающих коллоквиумов и письменных работ

«Дифференциальная регуляция генов».

1. Организация хроматина и ее значение для регуляции экспрессии генов.
2. Регуляция транскрипции: Эпигенетические модификации: настройка доступности генов. Ацетилирование и метилирование, геномный импринтинг.
3. Организация гена эукариот.
4. Регуляция транскрипции. Транскрипционные комплексы (коровые и специфические). Транскрипционные факторы регулируют транскрипцию генов.
5. Энхансеры и сайленсоры. Некодирующие регуляторные элементы: включение, выключение, регулировка активности гена. Организация, мотивы связывания модулярность энхансеров (Рахб).
6. Понятие о процессировании. Кэпирование и полиаденилирование. Их значение.
7. Сплайсирование. Альтернативный сплайсинг у эукариот. Создание семейств белков путем альтернативного сплайсинга пре-мРНК.
8. Механизмы дифференциальной экспрессии генов: трансляция мРНК. Трансляция у эукариот.
9. Дифференциальная стабильность мРНК. Избирательное ингибирование трансляции мРНК.
10. Избирательность рибосом: избирательная активация трансляции мРНК.
11. МикроРНК: специфическая регуляция трансляции мРНК.
12. Механизмы дифференциальной экспрессии генов: посттрансляционные модификации белка.

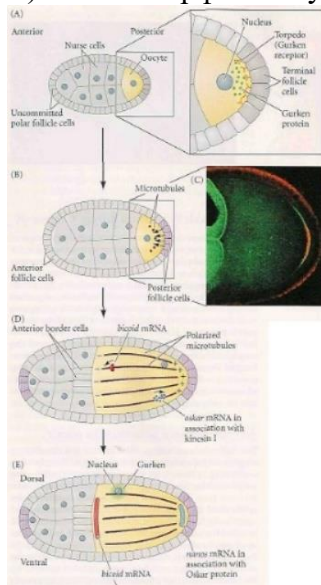
«Межклеточные коммуникации»

1. Межклеточная коммуникация. Основы межклеточной коммуникации.
2. Адгезия и сортировка: юкстакринные взаимодействия и физика морфогенеза.
3. Дифференциальное сродство клеток. Термодинамическая модель взаимодействия клеток.
4. Кадгерин и клеточная адгезия.
5. Внеклеточный матрикс. Интегрины: рецепторы молекул внеклеточного матрикса.
6. Эпителио-мезенхимный переход.
7. Паракринные факторы: молекулы индукторы. Градиенты морфогенов. Каскады передачи сигнала.
8. Факторы роста фибробластов и тирозинкиназный сигнальный путь.
9. Суперсемейство TGF β .
10. Юкстакринная сигнализация в определении идентичности клеток.
11. Сигнальный путь Notch.
12. Координация паракринной и юкстакринной сигнализации.

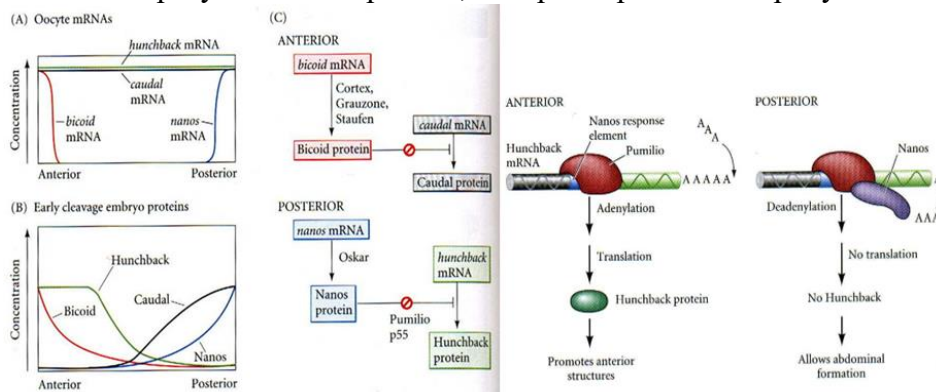
Писменная контрольная работа «Действие генов в раннем развитии. Формирование осей».

1. Какие группы генов участвуют в раннем развитии дрозофилы?
2. Гены какой группы отвечают за формирование осевого паттерна у дрозофилы?
3. Что такое гены материнского эффекта, и какова их роль?
4. Гены какой группы отвечают за формирование осевого паттерна у дрозофилы?
5. Что такое гены материнского эффекта, и какова их роль?
6. Что такое гомеобокс и как он организован?
7. Опишите особенности оогенеза дрозофилы.

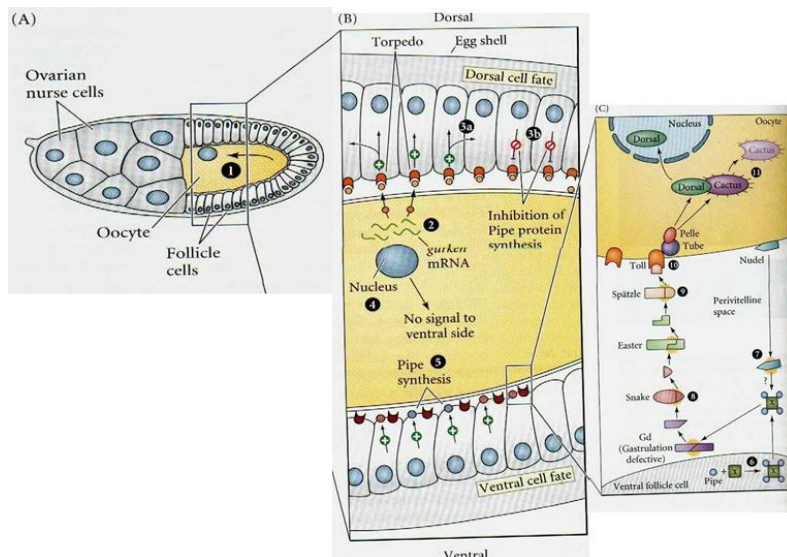
8. Какой тип дробления у дрозофилы? Опишите его. Какое значение такие особенности дробления имеют для установления осевого паттерна?
9. Что изображено на этом рисунке? Опишите, что происходит на каждой стадии (от А до Е). Какие морфогены участвуют в этом процессе?



10. Какие главные гены участвуют в формировании передне-задней оси дрозофилы? К какой группе они относятся?
11. Каков механизм действия белков Bicoid и Nanos? Заключается ли их роль только в том механизме регуляции экспрессии, который приведен на рисунках?



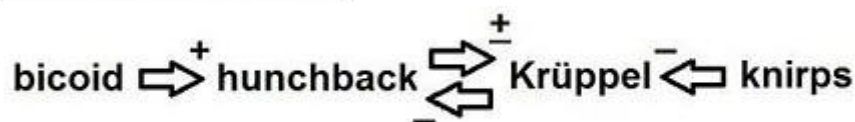
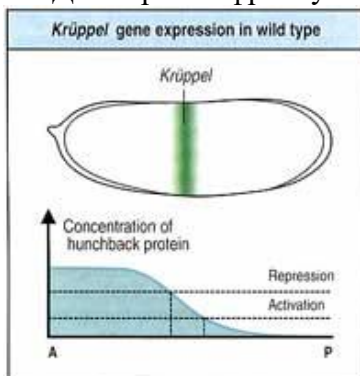
12. Что определяет формирование дорзо-вентральной оси у дрозофилы? Кратко опишите, что происходит на каждой стадии (А-С). На каком уровне регуляции экспрессии действует Dorsal?



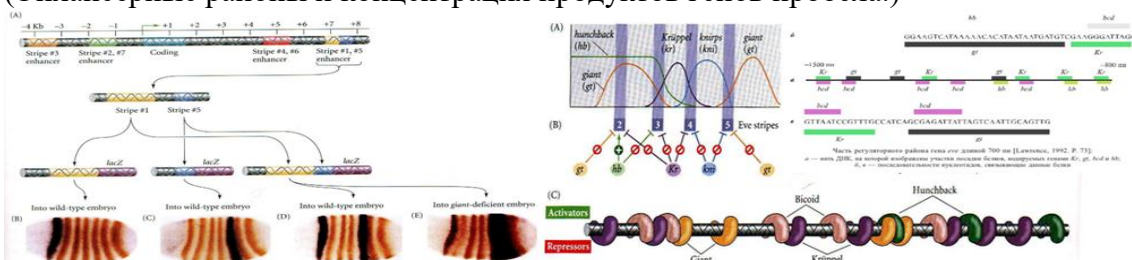
13. Что такое парасегменты? Как они участвуют в формировании сегментов? Какие группы генов участвуют в формировании парасегментов?

14. К чему приводят мутации в каждой из групп генов сегментации?

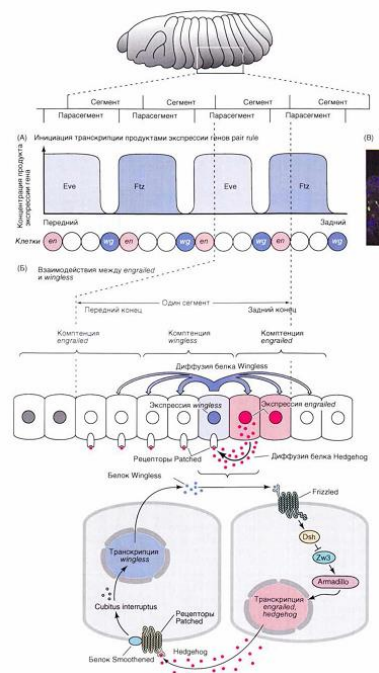
15. Дайте расшифровку схемы



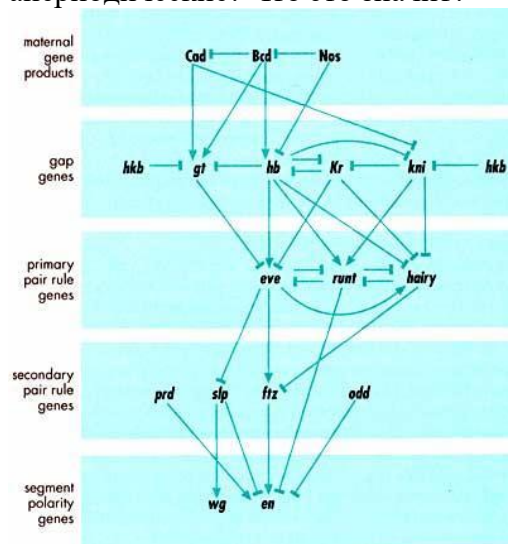
16. Каков механизм активации генов парности сегментов в отдельных районах зародыша? (Энхансерные районы и концентрация продуктов генов пробела.)



17. Объясните действие генов группы

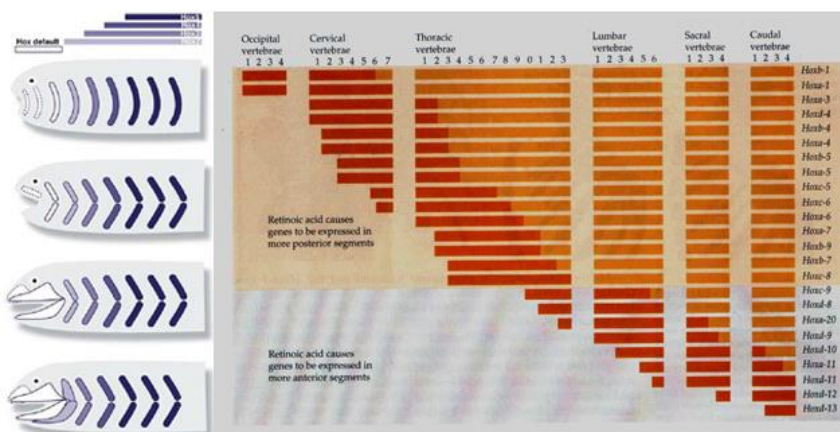


18. Какими генами включается каждая группа? Какие из них периодические, какие аperiodические? Что это значит?



19. В чем заключается принцип колениарности?

20. Чем может определяться последовательность экспрессии гомеотических генов?



Алгоритм ответов на вопросы письменной работы.

1. Гены материнского эффекта определяют передне-заднюю полярность яйца.

К ним относятся:

bicoid – определяет дифференцировку головных (передних) структур;

hunchback – ротовые структуры и грудь;

caudal и nanos – задние брюшные сегменты

Гены сегментации определяют число и полярность сегментов эмбриона путем прочитывания позиционной информации и перевода ее в специфический паттерн сегментации. Их мутации приводят к гибели зародыша. К ним относятся GAP-гены и pair-rule гены, которые делят зародыш на еще более мелкие повторяющиеся части.

Гомеозисные гены контролируют признаки сегментов, характер и направление их дифференцировки. Подразделяются на два комплекса: Antennapedia-Complex (ANT-C) и Bithorax-Complex (BX-C) Их работу активируют GAP-гены и гены segment polarity.

2. Гены материнского эффекта. Они отвечают за определение полярности яйца и становление пространственного расположения. Передне-задняя ось образуется путем поляризации цитоплазмы, контроль осуществляется преимущественно генами bicoid (передний полюс) и nanos (задний). Контроль за формирование дорзо-вентральной оси осуществляется не менее чем 10 материнскими генами (dorsal, tube, snake и др.).

3. Гены материнского эффекта это ДНК- связывающие белки, которые как факторы транскрипции активируют или блокируют экспрессию генов зародыша, в том числе генов сегментации. Они формируют передний и задний градиент зародыша в ходе оогенеза.

4. Гены материнского эффекта. Они отвечают за определение полярности яйца и становление пространственного расположения. Передне-задняя ось образуется путем поляризации цитоплазмы, контроль осуществляется преимущественно генами bicoid (передний полюс) и nanos (задний). Контроль за формирование дорзо-вентральной оси осуществляется не менее чем 10 материнскими генами (dorsal, tube, snake и др.).

5. Гены материнского эффекта это ДНК- связывающие белки, которые как факторы транскрипции активируют или блокируют экспрессию генов зародыша, в том числе генов сегментации. Они формируют передний и задний градиент зародыша в ходе оогенеза.

6. Гомеобокс – это последовательность ДНК, участок гомеозисных генов, который кодирует гомеодомен, состоящий из аминокислотных остатков и способный специфически связывать ДНК для регуляции экспрессии генов-мишеней. Гомеобокс контролирует развитие масштабных анатомических особенностей (осей тела) на ранних стадиях эмбрионального развития. Гены, входящие в состав гомеобокса регулируют активность других генов с помощью связывания ДНК с транслируемыми аминокислотными последовательностями, включая или выключая гены. К таким относятся Нох-гены, определяющие идентичность эмбриональных областей вдоль передне-задней оси.

7. Оогенез у дрозофилы начинается с ассиметричного деления (благодаря наличию спектросомы) стволовых половых клеток митозом, которые располагаются в концевых отделах яйцевых трубочек – гермариях. Из спектросомы образуется фьюсома, отвечающая за организацию микротрубочек. В результате образуется дочерняя стволовая клетка и цитобласт. Расхождение путей развития клеток обуславливает активность генов runt (поддержание линии стволовых клеток), nanos (дифференциация цитобластов), bag of marbles. Цитобласт претерпевает 4 цикла митоза с неполным цитокинезом, при котором образующиеся клетки сохраняют цитоплазматические мостики, и образуется 16-тиклеточная циста. Ооцит образуется из одной среди двух клеток с 4 кольцевыми

каналами поэтому называется прооцитами. Далее происходит процесс поляризации с участием 4-х групп морфогенов, приводящий к дифференциации одной клетки в ооцит, а остальные 15 оогоний превращаются в полиплоидные цистоциты. Ооцит развивается благодаря активности гена Bic-D (при мутации этого гена все 16 клеток остаются цистобластами). Затем РНК и белки перемещаются из цистоцитов в ооцит механизмами внутриклеточного транспорта и содержимое цистоцитов перемещается в ооцит благодаря сократительным движениям. Оогенез длится 3-5 дней.

8. Для дрозофилы характерен поверхностный тип дробления, когда большая масса желтка занимает центральное положение и дроблению подвергается только краевая цитоплазма яйца. Клетки не образуются, пока ядра не поделятся определенное количество раз.

Деление ядер у дрозофилы происходит без деления клеток, в результате образуется синцитий, представляющий собой клетку с множеством ядер. Ядро зиготы делится несколько раз в центре и после 8 делений образуется 256 ядер. Далее 5 клеток достигают заднего полюса зародыша, когда они окружены мембранами, тогда формируют полярные клетки, которые обеспечивают гаметам взрослую особь. Затем остальные ядра перемещаются в периферию яйца и делятся – синцитиальная бластодерма (без клеточных мембран). Каждое ядро окружено небольшим участком цитоплазмы с цитоскелетными белками, их окружают микротрубочки и актиновые филаменты. Ядра вместе с цитоплазматическими островками называются здесь энергидами. После 13 цикла деления клеточная мембрана, окружающая яйцеклетку образует складки между ядрами и разделяет энергиды, так формируется клеточная бластодерма, где клетки расположены слоем вокруг желточной сердцевинки яйца. Далее происходит замедление делений и нарастание транскрипции – переход на средней бластуле, или начало гастрюляции.

Цитоплазма не перемещается, что помогает верному расположению осевого паттерна, плоскость первого деления устанавливает плоскость симметрии зародыша.

Значение: Цитоплазма не перемещается, что помогает верному расположению осевого паттерна, плоскость первого деления устанавливает плоскость симметрии зародыша.

Дробление яйца происходит из-за неравномерного распределения цитоплазмы внутри яйца, которое вызвано диффузией мРНК и белков материнского происхождения. Этот процесс определяет, где будут расположены различные гены, включая гены гомеобокса, которые участвуют в формировании осевого паттерна организма.

9. Формирование передне-задней оси зародыша дрозофилы в ходе оогенеза.

А) ооцит перемещается в задний отдел яйцевой камеры, фолликулярные клетки (фк) находятся перед ним. Ядро ооцита перемещается к терминальным фолликам. Клеткам и синтезирует белок Gurken. Терминальные фк экспрессируют Torpedo – рецептор Gurken.

В) После связывания Gurken с Torpedo терминальные клетки дифференцируются в постериорные фк и синтезируют молекулы, активирующие протеин-киназу А.

С) Протеин-киназа А ориентирует микротрубочки так, что их растущий конец расположен в заднем отделе.

Д) мРНК bicoid связывается с моторным белком динеином, который связан с нерастущим концом микротрубочек. мРНК bicoid остается в переднем отделе. мРНК oskar в комплексе с моторным белком кинезином перемещается в задний отдел.

Е) Ядро с белком Gurken перемещается вдоль микротрубочек в передний дорсальный отдел, ближайшие фк при этом становятся дорсальными.

Градиент белка bicoid самый высокий в переднем конце, а белка Nanos – самый высокий в заднем. Эти белки образуют систему координат на основе их взаимоотношения, белки, формирующие эти градиенты активизируют транскрипцию генов, которые определяют сегментальную тождественность личинки и взрослой особи.

10. Две материнские мРНК – bicoid (передний конец), содержащий гомеобокс, и nanos (задний конец) иницируют формирование передне-задней оси. Относятся к группе генов

материнского эффекта. Эти гены устанавливают градиенты путем диффузии белков и их деградации. Если мутация происходит в гене *bicoid*, то у носителя наблюдается нормальное развитие задней части сегментов, а передние могут быть замещены на задние. Другие мРНК – *hunchback*(передняя ось) и *caudal*(задняя ось) тоже ответственны за формирование передне-задней оси. Они синтезируют питающие клетки яичника и затем они распределяются в ооците по синцитиальной бластодерме. В передней оси белок *bicoid* предотвращает трансляцию *caudal*, а белок *nanos* – трансляцию *hunchback*, тем самым блокируя неправильное развитие головной и хвостовой частей. Таким образом, в эмбрионе формируется 4 градиента материнских белков.

11. мРНК, *bicoid*, *nanos*, *hunchback* и *caudal* образуют клетки яичника, они накапливаются в яйцеклетке. Транскрипты *bicoid* располагаются спереди, а *nanos* на задней части. Далее происходит формирование градиентов этими генами. *Nanos* подавляет трансляцию *hunchback*, а *bicoid* – *caudal*, в результате чего появляются противоположные градиенты. Градиент *hunchback* усиливается за счет транскрипции гена *hunchback* в передних ядрах. Далее наблюдаются параллельные взаимодействия, посредством которых трансляционная генная регуляция формирует передне-заднюю полярность эмбриона. Роль белков *Bicoid* и *Nanos* не ограничивается только механизмом регуляции экспрессии генов, как показано на рисунках. Они также играют важную роль в формировании различных частей тела эмбриона путем создания градиентов концентрации и активации соответствующих генов.

12. Формирование дорзо-вентральной оси у дрозофилы определяется различными морфогенами и сигнальными путями, которые регулируют экспрессию генов и влияют на развитие эмбриона.

Dorsal: Этот морфоген играет ключевую роль в определении дорзально-вентральной оси у дрозофилы. *Dorsal* активируется на вентральной стороне зародыша и регулирует экспрессию генов, необходимых для формирования вентральной части тела. Сигнальный путь с участием морфогена *Dorsal* называется путем Толл.

А) Начальный этап дорсализации характеризуется миграцией ядра ооцита из постериорного района ближе к трофобласту и дорсальным фолликулярным клеткам, здесь происходит начало экспрессии гена *gerken* с установлением градиента белка *Gerken* в этой области из яйцеклетки. Градиент *Gerken* в дорсальной части мембраны ооцита воспринимаются фолликулярными клетками с помощью рецептора *Torpedo*.

В) Комплекс взаимодействий *Gerken* (ооцит) – *Torpedo* (фолликулярные клетки) приводит к поляризации клеток фолликулярного эпителия на дорсальные и вентральные, благодаря односторонней активации синтеза белка *Pipe* в фолликулярных клетках с будущей вентральной стороной зародыша.

С) Далее следует сигнал из вентральных фолликулярных клеток в цитоплазму зародыша. Эти процессы происходят после оплодотворения. Взаимодействие *Nudel*- и *X*-факторов запускает активацию протеаз с сигналингом через *Toll*-рецептор. Транскрипционный фактор *Dorsal* освобождается из комплекса *Cactus*, *Dorsal* перемещается в ядро. Формируется ядерный градиент *Dorsal*, вентрализирующий зародыш.

Dorsal регулирует экспрессию генов на уровне транскрипции.

13. Парасегменты - это междузвенные сегменты, которые образуются в результате взаимодействия генов в процессе эмбрионального развития. Они являются промежуточными структурами между сегментами и участвуют в формировании последних.

В формировании парасегментов участвуют гены, которые регулируют экспрессию других генов и устанавливают паттерн генной активности в эмбрионе. Ключевыми группами генов, участвующими в формировании парасегментов, являются гены-морфогены, такие

как гены семейства белков морфогенов (например, гены *hedgehog*, *wingless* и другие), которые определяют различные сигнальные центры и участвуют в установлении осей тела и формировании сегментации.

Также важную роль играют гены-гомеобоксы (например, гены семейства Нох), которые контролируют паттерн экспрессии других генов и определяют идентичность сегментов и их дорсально-вентральную организацию.

14. Мутации в генах, участвующих в сегментации и формировании парасегментов, могут привести к различным дефектам в развитии организма. Вот как мутации в каждой из групп генов сегментации могут повлиять на развитие эмбриона:

1. Гены-морфогены (например, гены *hedgehog*, *wingless*): Мутации в этих генах могут привести к нарушениям в установлении сигнальных центров и формировании паттернов генной активности. Это может привести к дефектам в развитии осей тела, сегментации и формировании органов.

2. Гены-гомеобоксы (например, гены Нох): Мутации в генах-гомеобоксах могут вызвать нарушения в паттерне экспрессии других генов, что может привести к изменениям в идентичности сегментов и их дорсально-вентральной организации. Это может привести к деформациям тела, неправильному размещению органов и другим дефектам.

В целом, мутации в генах сегментации могут привести к серьезным дефектам в развитии эмбриона и формировании организма. Они могут вызывать аномалии в структуре тела, недоразвитие или избыточное развитие органов, а также другие патологии, которые могут быть фатальными или привести к серьезным заболеваниям.

15.



1) *bicoid* активирует *hunchback* (плюс).

2) *hunchback* в малых дозах активирует *Krüppel*, в больших — ингибирует его (плюс-минус).

3) Слишком большие дозы *Krüppel* ингибируют *hunchback* (минус).

4) *Krüppel*, в свою очередь, ингибируется ранее не обсуждавшимся геном *knirps*.

16. Гены группы *pair rule* – правила парности - кодируют две группы ТФ, активирующихся соответственно в двух наборах из семи полосок ядер (перпендикулярно продольной оси). Районы их активности разбивают тело зародыша на 14 полосок (парасегментов). Пример регуляторного района одного из генов *pair-rule* - гена *even-skipped* (энхансер имеет модульную структуру) . Активируют гены *pair rule* ТФ материнских и *gap*-генов.

Ген *even-skipped* (*eve*) является одним из ключевых генов сегментации в дрозофиле и участвует в формировании паттернов экспрессии других генов сегментации.

Гипотетический механизм регуляции транскрипции гена *eve* во второй полосе транскрипционными факторами (ТФ) - белковыми продуктами генов материнского эффекта и *gap*-генов может быть следующим:

1. Материнские ТФ: Материнские ТФ - это белковые факторы, которые передаются от матери к зародышу и играют ключевую роль в установлении первичных паттернов генной активности в эмбриональном развитии. Предположим, что материнский ТФ А активирует транскрипцию гена *eve* во второй полосе. Это может происходить путем связывания материнского ТФ А с определенными участками ДНК, расположенными в промоторном регионе гена *eve*, и стимулированием рекрутирования транскрипционного комплекса к этому участку.

2. Гар-гены: Гар-гены - это группа генов, которые регулируют транскрипцию других генов сегментации и участвуют в формировании паттернов экспрессии. Предположим, что гар-ген В также участвует в регуляции транскрипции гена eve во второй полосе. Гар-ген В может работать совместно с материнским TF А, образуя транскрипционный комплекс, который активирует транскрипцию гена eve.

17. Экспрессию wg и en инициируют гены pair rule. Ген en экспрессируется в клетках, содержащих высокие концентрации белков Even-skipped или Fushi tarazu. Ген wg транскрибируется, когда и ген eve, и ген ftz не активны, но когда экспрессируется третий ген. Продолжение экспрессии wg и en обусловлено взаимодействием Engrailed- и Wingless экспрессирующих клеток. Белок Wingless секретируется и диффундирует к окружающим клеткам. В клетках, которые способны экспрессировать Engrailed, белок Wingless связывается с рецепторными белками Frizzled и Lrp6, что обеспечивает активацию гена en через Wntсигнальный путь.

Белок Engrailed активирует транскрипцию гена hedgehog, а также собственную (en) транскрипцию. Белок Hedgehog диффундирует из этих клеток и связывается с рецепторным белком Patched на соседних клетках. Сигнал Hedgehog обеспечивает транскрипцию гена wg и последующую секрецию белка Wingless

18. Периодические гены выражаются циклически в определенном порядке и создают паттерны, которые повторяются вдоль тела эмбриона. Pair-rule гены являются примером периодических генов, так как их экспрессия разделена на повторяющиеся сегменты вдоль антеропостериорной оси эмбриона.

Апериодические гены не выражаются циклически и играют более постоянную роль в установлении паттернов экспрессии. Материнские факторы и гар-гены могут быть классифицированы как апериодические гены, так как их экспрессия не повторяется циклически вдоль тела эмбриона.

Гены парного правила делятся на первичные (включаются гар-генами) и вторичные (включаются другими генами парного правила). Поэтому уровней экспрессии пять. Гены материнского эффекта (апериодические), гар-гены (апериодические), гены парного правила (первичные и вторичные, периодические), гены сегментарной полярности (периодические). Существует еще одна группа апериодических генов – генами сегментарной идентичности. К ним относятся гомеотические гены (Нох-гены).

19. Принцип коллинеарности означает, что порядок генов на хромосоме соответствует порядку их экспрессии в организме. У фруктовой мушки *Drosophila melanogaster*, было обнаружено, что гены, ответственные за формирование телесных сегментов, расположены на хромосоме в том же порядке, в котором они экспрессируются в эмбрионе.

На рисунке изображен кластер гомеотических генов дрозофилы – Hom-C на 3-й хромосоме. Последовательное расположение генов в кластере определяет последовательность их экспрессии в парасегментах вдоль передне-задней оси, что обосновывает принцип коллинеарности.

Принцип коллинеарности позволяет установить прямую связь между генами и их функциями в процессе развития, а также предположить, что изменения в последовательности генов могут привести к изменениям в паттернах экспрессии и развития организма.

Принцип коллинеарности является одним из ключевых принципов генетики развития и помогает понять, как гены управляют различными аспектами формирования организма от зародыша до взрослого индивида.

20. На первом рисунке изображена экспрессия Нох-генов в жаберных дугах позвоночных.

Сверху вниз расположены стадии онтогенеза.

Последовательность экспрессии:

В передних двух дугах — челюстной и предчелюстной — экспрессии генов *Nox* нет вообще, это так называемая *Nox default zone*.

В третьей дуге экспрессируется только ген *Nox2*.

В четвертой дуге экспрессируются гены *Nox2* и *Nox3*.

В пятой дуге экспрессируются гены *Nox2*, *Nox3* и *Nox4*.

В шестой и всех последующих дугах экспрессируются гены *Nox2*, *Nox3*, *Nox4* и *Nox5*.

Гены пронумерованы в соответствии с их физическим расположением в хромосоме (принцип коллинеарности).

Кластеры гомеотических генов *Nox-C* мыши и *HOX-C* человека контролируют формирование позвоночника. Их экспрессия определяется градиентом ретиноевой кислоты (возрастающим в передне-заднем направлении).

Последовательность экспрессии гомеотических генов может определяться различными факторами, включая:

1. Генетическая наследуемость: Экспрессия гомеотических генов может быть определена генетическими механизмами, такими как наличие определенных аллелей генов, мутации в регуляторных областях генов и эпигенетические изменения.

2. Регуляция генной активности: Экспрессия гомеотических генов может быть регулирована другими генами и молекулярными путями, такими как транскрипционные факторы, микроРНК, рибосомные белки и хроматинные модификации.

3. Взаимодействие с другими сигнальными путями: Экспрессия гомеотических генов может быть модулирована в ответ на сигналы из внешней среды или взаимодействие с другими клеточными сигналами и сигнальными путями.

4. Эмбриональное развитие: Экспрессия гомеотических генов может изменяться во время различных стадий эмбрионального развития, что определяет различные шаблоны дифференциации и клеточной специализации.

Первоначальную экспрессию гомеотических генов инициируют сегментационные гены: *gap*-гены и гены *pair-rule*. Но они существуют не долго.

Постериорно функционирующие гомеотические гены действуют через свои белковые продукты (ТФ) как репрессоры гомеотических генов, активирующихся в более антериорных парасегментах.

В дальнейшем в поддержании экспрессии гомеотических генов в отдельных участках кластера негативно участвуют гены семейства *Polyscomb* - их белки, локально изменяя конформацию хроматина, подавляют экспрессию генов *Hom-C* в протяженных районах кластера, дают возможность осуществляться экспрессии лишь отдельных его участков. За постоянную локальную активность генов *Hom-C* отвечают белки семейства *Trithorax*, поддерживающие определенные участки хроматина в активном состоянии и позволяя тем самым экспрессироваться в генах *Hom-C* в этих участках.

Некоторые гомеотические гены (*lab*, *dfd*) регулируют свою активность белковыми продуктами собственной экспрессии, как активаторными ТФ

Темы докладов и презентаций

1. Мозаичные и регуляторный типы развития. Карты презумптивных зачатков.
2. Морфогенетические детерминанты. Математическое моделирование развития.
3. Геномные перестройки в соматических клетках.
4. Доменная структура транскрипционных факторов.
5. Гомеозисные гены и их роль в развитии.
6. Генетический контроль апоптоза.
7. Клеточная адгезия и ее роль в развитии.

8. Паракринные факторы.
9. Сигнальные пути апоптоза.
10. Капацитация у млекопитающих. Механизмы и роль в оплодотворении.
11. Факторы, определяющие пространственную организацию делений дробления.
12. Роль генов материнского эффекта в установлении пространственной организации у дрозофилы.
13. Гены сегментации и их роль в развитии.
14. Гомеозисные гены.
15. Центр Ньюкупа и его роль в морфогенезе амфибий.
16. Раннее развитие рыб.
17. Раннее развитие птиц.
18. Раннее развитие млекопитающих.
19. Нервный гребень и его производные.
20. Развитие нервной системы у млекопитающих.
21. Развитие пищеварительной системы у хордовых.
22. Остеогенез.
23. Развитие кровеносной системы.
24. Определение пола у млекопитающих.
25. Внешняя среда и детерминация пола.
22. Гормональная регуляция метаморфоза.
23. Репаративная регенерация.
24. Рост и механизмы его регуляции.
25. Роль гомеозисных генов в эволюции.

Темы рефератов

1. Проблемы клонирования животных.
2. Гомеобоксы. Роль гомеобокс содержащих генов в развитии.
3. Трансдетерминация и ее природа.
4. "Эгоистичная" ДНК.
5. Химерные животные.
6. Роль гетерохроматина в эволюции.
7. Понятие "Расширенный фенотип".
8. Компенсация дозы генов.
9. Апоптоз.
10. Диминуция хроматина в онтогенезе.
11. Взаимодействие индуктора и компетентной ткани.
12. «Гены-господа» и «гены-рабы».
13. Гормоны роста.
14. Стволовые клетки и коммутирование.
15. Генная терапия.
16. Цис-регуляторные элементы и их роль в развитии.
17. Активация метаболизма в гаметах.
18. Модификации дробления.
19. Полипотентные первичные половые клетки.
20. Переход от вегетации к репродукции у растений.
21. Генетические ошибки при развитии человека.
22. Тератогены.

Промежуточная аттестация

Теоретические вопросы к экзамену

1. Предмет и задачи биологии размножения и развития. Основные подходы и методы исследований.
2. Жизненный цикл. Эволюция жизненных циклов.
3. Клеточная спецификация. Теория морфогенов. Парадигмы развития: дифференциальная экспрессия генов, межклеточные взаимодействия.
4. Регуляция экспрессии генов на хромосомном уровне.
5. Дифференциальная транскрипция генов.
6. Дифференциальное процессирование.
7. Контроль экспрессии генов на уровне трансляции.
8. Избирательные межклеточные взаимодействия и их механизмы.
9. Морфогенез и клеточная адгезия.
10. Межклеточные коммуникации. Паракринные факторы и их роль в сигналинге.
11. Межклеточные коммуникации. Тирозинкиназный сигнальный путь.
12. Апоптоз как запрограммированная клеточная гибель, его роль в процессе морфогенеза. Сигнальные пути апоптоза.
13. Первичные половые клетки, их детерминация и миграция к зачаткам гонад.
14. Сперматогенез, его периоды.
15. Оогенез, его периоды.
16. Оплодотворение и его биологическое значение. Акросомальная и кортикальная реакции. Предотвращение полиспермии. Слияние генетического материала.
17. Общая характеристика этапов эмбрионального развития: стадия зиготы, дробление, гаструляция, органогенез и гистогенез.
18. Типы дробления и их зависимость от строения яйцеклетки.
19. Бластуляция и типы бластул, связь их строения с морфологией дробления.
20. Гаструляция, типы гаструл.
21. Способы гаструляции: деламинация, иммиграция, эпиболия, инвагинация и различные их сочетания.
22. Общие закономерности развития тканей. Дифференцировка зародышевых листков.
23. Онтогенез как реализация наследственно детерминированной программы развития.
24. Роль ядра и цитоплазмы в развитии.
25. Ооплазматическая сегрегация.
26. Формирование пространственной организации.
27. Этапы раннего эмбрионального развития дрозофилы
28. Генетическая регуляция раннего эмбрионального развития дрозофилы. Установление осевого паттерна и роль генов материнского эффекта.
29. Генетическая регуляция раннего эмбрионального развития дрозофилы. Гены сегментации и разбивка тела зародыша.
30. Генетическая регуляция раннего эмбрионального развития дрозофилы. Гомеотические селекторные гены.
31. Понятия индукции и компетентной ткани. Первичная эмбриональная индукция. Региональная специфичность индукции.
32. Раннее развитие амфибий. Формирование осей. Центр Ньюкупа.
33. Раннее развитие рыб. Формирование осей. Центр Ньюкупа.
34. Раннее развитие птиц. Формирование осей. Центр Ньюкупа.

35. Раннее развитие млекопитающих. Два сигнальных центра. Формирование осей.
36. Формирование лево-правой оси у птиц.
37. Формирование лево-правой оси у млекопитающих.
38. Развитие производных эктодермы.
39. Развитие производных энтодермы.
40. Развитие производных мезодермы.
41. Типы определения пола у животных. Влияние внешних факторов на определение пола.
42. Балансовое определение пола у дрозофилы и его молекулярно-генетические механизмы.
43. Определение пола у млекопитающих. Роль Y-хромосомы и аутосом.
44. Определение пола у аскариды.
45. Физические пределы роста. Изометрический и аллометрический рост.
46. Гормоны как медиаторы развития.
47. Метаморфоз. Гормональная регуляция метаморфоза у насекомых.
48. Факторы, ингибирующие рост.
49. Старение. Механизмы старения.
50. Регенирация.
51. Эволюция генетических систем, управляющих развитием.
52. Возникновение эволюционных новообразований.

4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций¹

Система университетского образования базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности, в том числе лекций, лабораторных и самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов направлена на увеличение объема знаний в области биологии развития. Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение литературы в соответствии с прилагаемым списком, углубленный анализ прослушанных лекций, оформление лабораторных работ, контроль знаний с использованием вопросов для проверки. Предполагается написание реферативных работ для более углубленного изучения какого-либо раздела. Объем реферата не менее 10 страниц печатного текста. Завершение работы над рефератом заканчивается за неделю до наступления зачетно-экзаменационной сессии.

Студенты, пропустившие два и более занятия, пишут содержательно-тематический отчет-конспект (в форме логико-терминологической схемы, отражающей содержание темы) о самостоятельном освоении содержания тем пропущенных занятий. В процессе лабораторных занятий рекомендуется проводить тестовый контроль. Для проведения текущего, самостоятельного и итогового контроля разработаны вопросы для самоконтроля, тестовые задания, вопросы и задания к экзамену.

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

Шкала оценивания ответа на экзамене:

Критерий оценивания	Баллы
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.	40
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	30
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	15
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0

Максимальное количество баллов – 40

Итоговая оценка выставляется по сумме баллов за освоение теоретической, практической части дисциплины и экзамена, в том случае если на экзамене получена оценка, не менее чем «удовлетворительно». Студенту, получившему на экзамене оценку «неудовлетворительно» предоставляется возможность ликвидировать задолженность по изучаемому курсу в дни пересдачи или по индивидуальному графику, утвержденному деканом факультета.