

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЭКОЛОГО-ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА

Учебное пособие

Новосибирск 2017

УДК 577.21+ 612.6.05 + 575.1
ББК 58
С28

Кафедра ветеринарной генетики и биотехнологии

Составитель: Себежко О.И., к.б.н., доц.

Рецензент: Тянь Е.А., канд. биол. наук, доцент кафедры экологии НГАУ

Эколого-ветеринарная генетика: учебное пособие/ сост. Себежко О.И.;
Новосиб. гос.аграр. ун-т. – Новосибирск, 2017. – 115 с.

Учебное пособие предназначено для аспирантов очного и заочного отделения, обучающихся по программе «Генетика», Биологические науки 06.06.01.

Изложены основные разделы курса «Эколого-ветеринарная генетика», которые аспиранты должны изучать самостоятельно. Приведены глоссарий, библиографический список, тесты и вопросы для самоконтроля и подготовки к зачёту.

Учебное пособие утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом биолого-технологического факультета (протокол № 2 от 01.03 2017 г.).

©Новосибирский государственный аграрный университет, 2017

ЭКОЛОГО-ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА

Введение:

В последние десятилетия прошлого века произошли значительные изменения в общественном сознании. Глобальный экологический кризис, связанный с быстрым ростом человечества в XX в., научно-техническим прогрессом, беспрецедентным антропогенным воздействием на биосферу, породил ряд проблем, по сути дела, поставивших человечество на грань возможности выживания как вида. Проблема сохранения биоразнообразия остро встала перед человеком. Мировое сообщество, включая Россию, вступает в фазу перехода к новой цивилизации, требующей устойчивого социально-экономического развития как альтернативы ускоренному экономическому росту. Появились новые экологические концепции: концепция устойчивого развития, экологического благополучия, экологической безопасности.

Эколого-ветеринарная генетика является разделом ветеринарной генетики, науки, изучающей наследственные аномалии и болезни с наследственной предрасположенностью, разрабатывающей методы диагностики, генетической профилактики и селекции животных на устойчивость к болезням. Ветеринарная генетика, в свою очередь, входит составной частью в общую генетику, одну из фундаментальных биологических наук. Основная задача, которую решает эколого-ветеринарная генетика, это выяснение роли генов в ответе организма на воздействие неблагоприятных факторов внешней среды. Роднит эколого-ветеринарную генетику с ветеринарной и общей генетикой то, что и сам генетический материал, и закономерности его функционирования и изменчивости у всех видов живых организмов остаются принципиально схожими, хотя и разными по сложности. В то же время способы изучения воздействия экологических факторов на животных, механизмы возникновения изменений в организме под влиянием этих факторов отличаются своеобразием, что, собственно, и позволяет выделять эколого-ветеринарную генетику как отдельную дисциплину.

Основной целью дисциплины является формирование и закрепление системного подхода при получении теоретических и практических знаний в области современной эколого-ветеринарной генетики.

Задачи дисциплины:

обеспечение системного изучения материала по основным проблемам эколого-ветеринарной генетики;

- формирование представлений об эколого-генетических методах и значении прикладных аспектов эколого-ветеринарной генетики.
- формирование знаний и умений по использованию современных молекулярно-генетических и эколого-генетических методов в решении теоретических и практических задач в области профилактики наследственной патологии у животных.
- обеспечить понимание генетического и экологического подходов для естественно-научного объяснения физиологических и патологических процессов в живых организмах.
- уметь квалифицированно оценить характер, направленность и последствия влияния конкретной хозяйственной деятельности на здоровье и наследственность животных.

Краткое содержание тем, используемые интерактивные технологии, вопросы для подготовки к практическим занятиям

Раздел 1. Предмет и задачи эколого-ветеринарной генетики

Краткое содержание темы:

Последние десятилетия наблюдается огромный прорыв в изучении молекулярных основ генетики в связи с разработкой эффективных методов диагностики разнообразного спектра мутаций и внедрения их в практику. Эти годы характеризовались также внедрением новых понятий в общую и ветеринарную генетику, таких, как, например, гормезис, трансмиссибельная геномная нестабильность. Столь быстрый прогресс знаний, особенно в области молекулярной генетики, приводит к тому, что учебники быстро устаревают и требуется их постоянное обновление. Эколого-ветеринарная генетика стоит на стыке трёх дисциплин: общей генетики, ветеринарной генетики и экологии и синтезирует все научные достижения, получаемые ими. Несмотря на большие достижения, многое остаётся неизвестным. На сегодняшний день не обозначен патогенез ни моногенных, ни мультифакториальных заболеваний, хотя сегодняшний темп развития науки позволяет надеяться, что в ближайшее время эти вопросы будут решены. К сожалению, в области зоотехнии внедрение новых молекулярно-генетических методик отстаёт от других специальностей, например медицинской генетики. Можно надеяться, что материал, изложенный в учебном пособии, поможет студентам лучше ориентироваться в современных возможностях, достижениях и значимости для общества и сельского хозяйства эколого-ветеринарной генетики.

Феноменологически сельскохозяйственные животные изучены хуже многих других живых организмов, например, человека, но родственные связи в ряду поколений, особенно с быстрой сменой поколений, создают предпосылки для успешных генетических исследований. Роль факторов окружающей среды в реализации генотипа огромна. Недаром одна из работ финских авторов, посвящённая наследственным болезням, имеет название «Чахлая растительность на бедной почве».

Эколого-ветеринарная генетика -- это раздел ветеринарной генетики, изучающий влияние различных экологических факторов на наследственность животных, устойчивость к заболеваниям, сопряжённую эволюцию микро- и макроорганизмов, генетическую обусловленность накопления или выведения из организма вредных веществ, генетически детерминированные реакции животных на лекарственные препараты.

Одна из задач эколого-ветеринарной генетики — селекция животных на устойчивость к вредным физическим, химическим и биологическим факторам.

Исследованиями установлено негативное влияние радиации и химических загрязняющих веществ на хромосомную нестабильность, иммунный ответ к некоторым антигенам, гормональный статус и накопление химических элементов в тканях крупного рогатого скота. Проводится цитогенетический, иммуногенетический, иммунологический, химический и биохимический мониторинг популяций сельскохозяйственных животных в экологически чистых и загрязненных районах Западной Сибири.

Неблагоприятная экологическая среда, характеризующаяся возрастанием уровня ионизирующей радиации, интенсивным ультрафиолетовым излучением и особенно действием токсических химических соединений, которыми сейчас в ряде регионов перенасыщены воздух, вода, почва и растения, повышенная контактность животных с ретровирусами приводят к снижению уровня иммунитета и увеличению нестабильности генетического аппарата животных. Это может проявляться в форме образования мобильных генетических элементов, способных к трансформации в вирусы иммунодефицита — СПИДа у человека и аналогичные им у животных.

Ученые подчеркивают, что проблема СПИДа (и родственных ему заболеваний, вызываемых ретровирусами — автономными генами, которые во многом сходны с вирусом иммунодефицита у человека) — это совершенно новая биологическая ситуация, с которой начинается широкое распространение приобретенной генетической патологии. При этом резкое ухудшение экологической ситуации можно считать ведущей причиной того, что именно во второй половине XX в. стали выходить из-под контроля процессы образования подвижных генов.

1.1. МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Увеличение частоты ранее известных или появление новых мутаций в последующих поколениях животных — показатель возрастающего действия мутагенов среды. В условиях конкретной экологической среды разведения животных важное значение имеет определение мутагенной активности как отдельных факторов, так и всего их комплекса. Здесь речь может идти о генетической активности лекарственных препаратов, применении нетрадиционных кормовых добавок, гормональных обработок животных. Главное внимание должно уделяться анализу влияния на стабильность генома того или иного уровня загрязнения окружающей среды.

В настоящее время рекомендуется использовать следующие тесты генетической активности веществ:

- 1) генные мутации;
- 2) хромосомные aberrации;
- 3) обмены между сестринскими хроматидами;
- 4) микроядерный тест;
- 5) цитометрические тесты.

1.1.1. Методы идентификации мутаций

Разработка молекулярных методов детекции мутаций основана на следующих основных принципах:

Комплементарность нуклеотидных оснований: аденин всегда гибридизуется с гуанином, а тимин с цитозином.

При нагревании происходит разъединение цепей ДНК (денатурация), т.е. нормальная двухцепочечная спираль ДНК расщепляется на две одноцепочечные.

При охлаждении (ренатурации) происходит восстановление двухцепочечной структуры в соответствии с правилом комплементарности нуклеотидов;

Расщепление молекулы ДНК может быть достигнуто с помощью специальных бактериальных ферментов – эндонуклеаз, рестрицирующих молекулу ДНК в местах со строго определенной для каждой эндонуклеазы последовательностью нуклеотидов.

Фрагменты ДНК в акриламидном или агарозном гелях легко разделяются под действием электрического тока; положение фрагментов ДНК при электрофорезе определяется размерами ДНК фрагментов.

*Используемый на практическом занятии интерактивный метод:
технология критического мышления «Каждый учит каждого»*

Стратегия «каждый учит каждого» может использоваться при введении какого-либо блока или при обобщении изученных моментов при завершении работы с блоком информации.

Цель: Данная стратегия дает возможность аспирантам принимать участие в обучении и передаче своих знаний другим обучающимся. Использование этого метода даст учащимся общую картину понятий и фактов, которые необходимо изучить во время занятия, а также вызовет вопросы и повысит интерес.

Алгоритм:

1) Преподаватель готовит карточки с фактами, относящимися к теме занятия, на каждого аспиранта по одной.

Например:

1. Эколого-ветеринарная генетика, как наука.
2. Методы эколого-ветеринарного мониторинга, в том числе в животноводстве.
3. Методы идентификации мутаций. Базовые методы.
4. Первичная идентификация мутаций.
5. Метод ПЦР – опосредованного сайт-направленного мутагенеза.
6. Метод ДНК-чипов.
7. Экологические отношения в эколого-ветеринарной генетике.
8. Синэкология и аутэкология.

2) Затем раздает по одной карточке каждому обучающемуся.

3) В течение нескольких минут аспирант должен прочесть информацию на карточке. Преподаватель должен ходить по комнате и контролировать степень понимания аспирантами представляемой информации.

4) После прочтения попросите аспирантов начать ходить по аудитории и знакомить со своим фактом встречающихся людей (по одному человеку). Упражнение продолжается до тех пор, пока каждый человек не поговорит с каждым из своих одноклассников.

5) Аспиранты могут одновременно говорить только с одним одноклассником. Задача состоит в том, чтобы поделиться своим фактом и самому узнать один факт от другого человека.

6) После того, как аспиранты завершат это упражнение, преподаватель спрашивает их о том, что они узнали друг от друга.

7) Аспиранты заполняют таблицы. Например,

Таблица 1

Место эколого-ветеринарной генетики в системе наук

Наука	Определение
Экология	
Генетика	
Экологическая генетика	
Эколого-ветеринарная генетика	

Таблица 2

Структура экологической генетики

Генетические походы	Типы экологических отношений
----------------------------	-------------------------------------

	Синэкология	Аутэкология
Генетический контроль признаков (наследственность)		
Влияние различных факторов на генетические процессы		

Контрольные вопросы

1. Предпосылки становления и содержания эколого-ветеринарной генетики.
2. Синтетическая теории эволюции и экология
2. Предмет эколого-ветеринарной генетики.
3. Методы эколого-ветеринарного мониторинга, в том числе в животноводстве.
4. Современные направления эколого-ветеринарной генетики.
5. Взаимосвязь мутационных процессов, происходящих в ядерном и органельном геномах с внешними процессами (отбор и дрейф генов), обуславливающими генетическую изменчивость.
6. Методы индентификации мутаций. Принципы метода ПЦР.
7. Методы идентификации хромосомных aberrаций.
8. Обмены между сестринскими хроматидами (СХО).
9. Микроядерный тест.
10. Цитометрические методы.
11. Экспериментальные эколого-генетические модели, их фундаментальная и практическая важность.
12. Генетическая активность синэкологических отношений.

Раздел 2. Проблемы эколого-ветеринарной генетики

Краткое содержание темы:

Одно из основных свойств кариотипа, ДНК и ее участков (генов) — сохранять постоянство внешнего и внутреннего строения. Морфофункциональная устойчивость генетического материала обеспечивает передачу всей совокупности наследственных признаков каждой особи последующим поколениям и является основой для сохранения видовых признаков на протяжении многих сотен лет. Однако такая стабильность относительна. В силу действия внутренних и внешних факторов в генетическом материале возникают изменения — мутации, определяющие мутационную изменчивость.

Мутациями называют скачкообразные стойкие изменения в структуре ДНК и кариотипе. Этот термин впервые предложил ботаник Гуго де Фриз для обозначения внезапно возникающих наследуемых изменений у растений.

Мутации у животных происходят постоянно с определенной частотой и скоростью. Процесс их образования получил название *мутагенеза*. Факторы, вызывающие мутации, называются мутагенами. Мутагены первоначально воздействуют на генетический материал особи, вследствие чего может измениться фенотип.

Мутации, возникающие в естественных условиях, называют *спонтанными*, искусственно вызванные — *индуцированными*. Те и другие могут возникать как в генеративных, так и в соматических клетках. Мутации, возникающие в половых клетках (*генеративные мутации*), передаются в последующие поколения. *Соматические мутации* не наследуются. Они влияют только на признаки самого мутантного животного.

2.1. ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ СПОНТАННОГО МУТАГЕНЕЗА

В обычных или естественных условиях среды возникновение мутаций носит как бы случайный характер. Действительно, и у самых опытных машинисток иногда обнаруживают ошибки при перепечатывании текстов, которые могут быть растиражированы в миллионах экземпляров газет или книг. Подобно этому не исключается «опечатка» при самокопировании или репликации ДНК в одной клетке, которая может стать достоянием целого клона дочерних клеток или, если мутантная клетка половая, унаследована всеми клетками потомка.

Спонтанный мутационный процесс зависит как от внутренних, так и от внешних (абиотических и биотических) факторов. Среди абиотических

факторов наибольшее значение имеют естественный фон радиации и различные химические соединения, попавшие в биосферу.

Замечено, что мутации чаще встречаются у растений и животных в районах с повышенной естественной и искусственной (техногенной) радиоактивностью.

Частота возникновения спонтанных мутаций зависит от генотипа, возраста, физиологического состояния организма и т. д. У старых самок ожидаются более частые случаи нерасхождения хромосом при созревании яйцеклеток. При длительном хранении гамет с большей частотой могут происходить изменения в ДНК. Это вероятно при нарушении сроков осеменения животных.

В процессе цитогенетического анализа можно выделить животных, не имеющих в кариотипе каких-либо изменений, и особей, у которых находят разрывы и пробелы хромосом, полиплоидные клетки, другие структурные и числовые аберрации. По специальным методикам у одних индивидуумов обнаруживают нарушения формирования синаптонемного комплекса в мейозе, повышенную частоту сестринских хроматидных обменов и высокий процент клеток с микроядрами. *Повышенная частота числовых и структурных аномалий хромосом, наблюдаемая у отдельных особей, определяется термином «хромосомная нестабильность».*

Гены-мутаторы. Исследования, проведенные на мухе-дрозофиле и других объектах, указывают на различия по частоте мутаций в разных хромосомах. По данным Н. П. Дубинина, частота возникновения летальных мутаций в X-хромосомах дрозофилы составляет в среднем 0,15 % за поколение; в Y-хромосоме — 0,5 %. Мутация гена, обуславливающая желтый цвет мухи, возникает с частотой 0,29 на 10 тыс. гамет, а мутации вырезки на крыльях — 1,5. Таким образом, способность к мутациям у отдельных генов различна.

На дрозофиле, бактерии кишечной палочки и других организмах показано наличие генов, ускоряющих спонтанную частоту мутаций в других генах. Эти гены получили название генов-мутаторов. Впервые существование гена-мутатора широкого действия обнаружил у мухи-дрозофилы Г. Г. Тиняков в 1939 г. Полагают, что гены-мутаторы воздействуют на определенные этапы репликации ДНК, например на нарушение нормального синтеза азотистых оснований, изменение свойств ДНК-полимеразы.

2.2. Индуцированный мутагенез

Раньше считали, что мутации возникают только под действием внутренних факторов (внутренней среды организма), имеющих место при синтезе ДНК,

репродукции хромосом, делении клеток. Ошибки, или «опечатки», в строении генетического материала, казалось бы, не зависели от условий внешней среды. Действительно, первые попытки вызвать мутацию искусственно были безуспешными. Однако уже в 1925 г. Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов наблюдали широкий спектр мутаций у грибов, вызванных воздействием лучами радия.

Широкий интерес у биологов вызвали сообщения Г. Меллера (1927), обнаружившего мутационное действие рентгеновских лучей у дрозофилы. В дальнейшем у нее при облучении стали получать самые разнообразные мутации, что способствовало изучению строения генетического материала, взаимодействия мутантных генов и др. В начале 30-х годов В. В. Сахаров, М. Е. Лобашов открыли мутагенное действие отдельных химических веществ Л. А. Рапопорт в России и Ш. Ауэрбах в Англии обнаружили химические соединения с сильным мутагенным действием. В ряде работ, начало которых, очевидно, положено С. М. Гершензоном, открывшим мутагенный эффект при включении экзогенной ДНК в геном дрозофилы, показана возможность индуцирования генных и хромосомных мутаций у животных биологическими агентами, среди которых вирусы, бактерии и другие объекты.

Открытие явления индуцированного мутагенеза привело к обнаружению целого ряда факторов, веществ и агентов, способных изменять наследственный материал клеток. В соответствии с природой их подразделяют на три класса мутагенов: физические, химические и биологические.

2.2.1. Физические мутагены

Основными мутагенами этого класса являются ионизирующие излучения, ультрафиолетовые лучи, повышенная температура, влажность и др. К группе ионизирующих излучений относят рентгеновские лучи, γ -лучи и β -частицы, протоны, нейтроны и другие факторы.

Основные механизмы их действия:

- 1) нарушение структуры генов и хромосом;
- 2) образование свободных радикалов, которые вступают в химическое взаимодействие с ДНК;
- 3) разрывы нитей ахроматинового веретена деления;
- 4) образование димеров.

Одним из основных мутагенных факторов антропогенного воздействия является ионизирующее излучение. Для человека дозой, удваивающей частоту естественных структурных мутаций, является доза в 10 Бэр. Этот

показатель был принят за максимально возможную дозу радиации комитетом ООН по радиации. Для зародышевых тканей подобный показатель колеблется в пределах от 10 до 150 Бэр. По данным Национальной академии США, минимальной дозой является доза в 20 Бэр, что составляет 170 МБэр в год (27000 новорожденных с различными наследственными дефектами).

Ионизирующие излучения, проникая в клетки, на своем пути вырывают электроны из молекул, что приводит к образованию положительно заряженных ионов. Освободившиеся электроны присоединяются к другим молекулам, которые становятся отрицательно заряженными. В результате облучения клеток образуются свободные радикалы водорода (H) и гидроксида (OH), которые тотчас дают новые соединения, в том числе активный пероксид водорода (H₂O₂). Такие превращения в молекулах ДНК и кариотипе в итоге приводят к изменению функций генетического аппарата клеток, абберациям хромосом и возникновению точковых мутаций. Экспериментально установлено, что частота мутаций, индуцированных ионизирующими излучениями, прямо пропорциональна дозе радиации. Под действием ионизирующих излучений чаще всего возникают структурные перестройки хромосом и реже — генные мутации. Так, при облучении морских свинок и домашних свиней И. Л. Гольдман и С. Фотиева обнаружили различный спектр аббераций хромосом.

Транслокации и инверсии наблюдали в соматических клетках поросят, полученных при осеменении свиноматок облученной спермой. Опыты показывают, что при облучении половых клеток часть их оказывается совсем нежизнеспособной или с умеренными нарушениями. Из последних образуются зиготы, которые обычно скоро отмирают вследствие сильных изменений в генотипе («доминантные летали»).

В опыте Фриса и Странцингера у свиноматок, осемененных облученной спермой при дозе 600 Р, было в среднем 7,7 поросят, а при дозе 800 Р — 5,4 против 9,7, полученных при осеменении нормальной спермой.

Ионизирующие облучения могут нарушить процессы деления в соматических клетках, вследствие чего возникают нарушения и злокачественные образования. Сильное облучение может вызвать смерть.

2.2.2. Химические мутагены

Это вещества химической природы, способные индуцировать мутации. К химическим мутагенам относятся:

а) природные органические и неорганические вещества (нитриты, нитраты, алкалоиды, гормоны, ферменты и др.);

- б) продукты промышленной переработки природных соединений — угля, нефти, древесины, соединения тяжелых металлов, пищевые отходы и т.д.
- в) синтетические вещества, ранее не встречавшиеся в природе (пестициды, инсектициды, пищевые консерванты и добавки, лекарственные вещества, промышленные отходы и синтетические соединения);
- г) некоторые метаболиты организма человека.

Химические мутагены обладают большой проникающей способностью, вызывают преимущественно генные мутации и действуют в период репликации ДНК.

Механизмы их действия:

- 1) дезаминирование;
- 2) алкилирование;
- 3) замены азотистых оснований их аналогами;
- 4) ингибция синтеза предшественников нуклеиновых кислот.

Выраженными мутагенными свойствами обладают отдельные химические вещества, используемые в промышленности и сельском хозяйстве, к наиболее сильным из них относят алкилирующие соединения (диметил- и диэтилсульфат, иприт и его производные, нитроэометил- и нитрозоэтилмочевину, этилметансульфонат, фотрин, фосфемид). Мутагенный эффект алкилирующих соединений связан с введением в ДНК метиловых, этиловых, пропиловых и других радикалов, в результате чего происходят реакции метилирования, этилирования. Сильно выраженным мутагенным эффектом обладают аналоги азотистых оснований и нуклеиновых кислот (5-бромурацил, 5-бромдезоксиуридин, 5-фтордезоксиуридин, 8-азогуанин, аминопурин, кофеин и др.), акридиновые красители (акридин желтый и оранжевый, 5-аноакридин, профлавин и др.), а также азотистая кислота, гидроксилламин, формальдегид, пероксиды, уретан и т. д.

Мутагенным действием обладают пестициды, гербициды, используемые в агрономии для борьбы с вредными насекомыми и сорными растениями. Мутации могут быть индуцированы и минеральными удобрениями, прежде всего нитратами, которые превращаются сначала в нитриты, а затем в активные нитрозоамины.

Химические мутагены индуцируют как генные, так и хромосомные мутации. Особенности этих мутагенов — аккумуляция и передача при делении клеток в последующей генерации, более высокая частота индуцирования генных мутаций, чем аббераций хромосом. Химические мутагены дают широкий спектр видимых хромосомных аббераций. Например, в экспериментах С. Ш. Исамухамедова по изучению действия

фотрина, фосфемид и проспидина на кариотип свиней обнаружены хроматидные и изохроматидные делеции, а также хроматидные обмены и гэпы (бреши). *Гэн* — хромосомная абберрация, заключающаяся в частичном разрушении хроматиды и образовании ахроматического пробела, а также в отсутствии одного или нескольких нуклеотидов в одной из цепей ДНК.

2.2.3. Биологические мутагены.

К биологическим мутагенам относятся:

- а) вирусы (краснухи, кори, гриппа);
- б) невирусные паразитарные агенты (микоплазмы, бактерии, риккетсии, простейшие, гельминты).

Механизмы их действия:

- 1) вирусы встраивают свою ДНК в ДНК клеток хозяина;
- 2) продукты жизнедеятельности паразитов — возбудителей болезней — действуют как химические мутагены.

Простейшие живые организмы, вызывающие мутации у животных, составляют класс биологических мутагенов. К ним относятся вирусы, бактерии, а также гельминты, актиномицеты, растительные экстракты и др. Мутагенное действие вирусов открыто генетиком Н. И. Шапиро. Мутагенными свойствами обладают живые вакцины. Мутагенное действие этих организмов связано с проникновением в клетки чужеродной ДНК. Биологические мутагены вызывают широкий спектр мутаций в клетках животных. Например, при изучении кариотипа клеток телят, ягнят и поросят, зараженных вирусом свинной лихорадки, были обнаружены различные типы абберраций — делеции, хромосомные разрывы, фрагментация, пульверизация, полиплоидия и эндоредупликация хромосом. Установлено, что уровень абберраций хромосом зависел от дозы и продолжительности действия вируса.

Исследования показывают, что многие лекарственные препараты, используемые в медицине и ветеринарии (сульфаниламиды, производные тиазинового ряда, нитрофураны и др.), обладают мутагенными свойствами. Такой же эффект возможен вследствие использования антибиотиков, а также некоторых кормовых добавок и консервантов, особенно при их передозировке.

2.3. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В результате использования производственных процессов в промышленном и сельском хозяйстве в окружающей среде — воздухе, почве, воде — накапливаются огромные количества веществ, часть из которых обладает мутагенной и тератогенной активностью. Среди них особое значение имеют химические мутагены — ДДТ, гексахлорбензол и другие пестициды из класса хлорированных углеводородов, которые способны накапливаться в живых организмах. В районах интенсивного сельского хозяйства источником мутагенов являются нитраты.

Перевод животноводства на промышленные технологии в нашей стране сопровождался концентрацией поголовья животных на ограниченных территориях ферм и комплексов, что вызывает повышение концентрации микрофлоры, в том числе возбудителей различных болезней.

Вирусы, непосредственно внедряясь своим генетическим аппаратом в геном клеток животных или через свои биологические субстраты, обладающие антигенными свойствами, могут стать сильным фактором индуцированного мутагенеза. Для профилактики и лечения бактериальных и вирусных инфекций, инвазий используют инактивированные, а также животные вакцины, сыворотки, широкий арсенал синтезированных фармакологических средств, что, безусловно, даёт положительный эффект. Однако следует оценивать и побочные результаты ветеринарной терапии, что может проявляться в повышении частоты нарушений хромосом и ДНК в половых и соматических клетках самих животных, изменениях программы развития их эмбрионов. Вместо повышения жизнеспособности из-за такого рода мутаций будут происходить ослабление резистентности, снижение продуктивности животных и т. д.

Особенно серьезную опасность представляют химические загрязнения среды разведения животных. Если всего три десятилетия назад основным удобрением полей был перегнивший навоз, то сейчас в основном используют химические удобрения. Это приводит к концентрации в кормах нитритов и нитратов, вредное действие которых на организм известно. Второй фактор — борьба с вредителями полей, садов и огородов. Она основана также на применении химических соединений — пестицидов, гербицидов, инсектицидов, которые обладают очень сильными мутагенными свойствами. Их применение приводит к тому, что увеличивается до 40% и более частота встречаемости (у растений, возделываемых на обрабатываемых почвах) аберрантных клеток.

Отмечается, что большинство пестицидов устойчивы к химическому и биологическому разложению и имеют высокий уровень токсичности.

Перечень вредных химических веществ, с которыми контактируют животные, огромен.

В этой связи важное значение имеет экологический мониторинг среды разведения животных, предусматривающий определение характера и уровня химических веществ в почве, воде, кормах и теле животных. Необходимо создание экологических карт хозяйств и регионов, на которые наносится соответствующая информация.

Авария на Чернобыльской АЭС привела к радиоактивному загрязнению огромных территорий РФ, Украины и Белоруссии. Возникла глобальная проблема оценки генетических последствий этой катастрофы на различные биологические объекты, в том числе сельскохозяйственных животных.

В развитии повреждений генома от облучения ионизирующим излучением существенное значение имеют остаточные повреждения ДНК.

При первичном облучении небольшими дозами повреждения ДНК обычно незначительные и легко репарируются. При повторном (а тем более хроническом) облучении могут возникнуть нерепарируемые изменения в структуре ДНК. Некоторые исследователи говорят о стимулирующем воздействии на организм малых доз радиации.

При облучении увеличивается количество анеуплоидных клеток и хромосомных aberrаций (разрывы, фрагментация). Также очень часто (примерно в 70% случаев) встречаются генные мутации, которые не определяются цитогенетическими методами.

Радионуклиды сами по себе являются мощным фактором индукции мутаций, прежде всего повреждая целостность хромосом и вызывая aberrации. Но оказалось, что они при взаимодействии с химическими мутагенами способны усугублять ситуацию.

Используемый на практическом занятии интерактивный метод:

Кооперативный метод «Обучения в командах»

Алгоритм:

1) Преподаватель дает обзорную лекцию по темам " Генетические подходы в эколого-ветеринарной генетике", «Генетика устойчивости к факторам среды " с акцентом на тех моментах, по которым команды будут выполнять индивидуальные задания Лекции достаточно емкие по содержанию и одновременно практически направленные.

2) После этого на занятии аспиранты работают в двух командах над конспектами лекции, помогая друг другу понять ее содержание. Акценты на такие вопросы, как:

1. Генетические аномалии.

2. Наследственно-средовые аномалии.
3. Экзогенные аномалии.
4. Генетический анализ в изучении этиологии врождённых аномалий.
5. Аномалии у сельскохозяйственных животных, обусловленные мутациями генов.
6. Изучение генетического контроля устойчивости модельных объектов,

в

особенности сельскохозяйственных растений, животных и человека к неблагоприятным внешним факторам.

Обучающиеся задают друг другу вопросы, проясняя непонятные для себя моменты. Вопросы преподавателю задаются только в том случае, если никто из членов команды не может ответить на них.

3) После проработки конспекта лекции аспиранты выполняют индивидуальные работы — заполняют таблицу о факторах, влияющих на состояние здоровья животных

Таблица 1

Факторы, влияющие на состояние здоровья животных

Сфера влияния факторов	Факторы	
	Укрепляющие	Ухудшающие
Генетические		
Состояние окружающей среды		
Селекционная работа		
Состояние ветеринарного обеспечения		

Контрольные вопросы

1. Прикладные перспективы в использовании эколо-ветеринарной генетики для защиты сельскохозяйственных животных и растений от вредителей и болезней.
2. Методология тестирования факторов окружающей среды с целью оценки их генетической активности.
3. Конструирование моделей эволюции количественных признаков при разнообразии экологических условий
4. Определение уровней потока генов и событий “срастания” в кластерном анализе
5. QTL-гены и анализ количественной изменчивости.

6. Роль экологических факторов в реализации генотипа в процессе онтогенеза животных.
7. Соотношения генетических и экологических факторов в процессе породообразования.
8. Полигенные пороговые признаки с наследственным предрасположением
9. Устойчивость животных к болезням с наследственной предрасположенностью
10. Пути создания ГМО, цели.
11. ГМИ и методы их обнаружения.
12. Ксенобиотики – вещества, чужеродные для организма..Источники поступления ксенобиотиков.
13. «Молекулярная экология».

Раздел 3. Экология популяций и сообществ. Биогеоценоз

Краткое содержание темы:

Популяция – любая способная к самовоспроизведению совокупность особей одного вида, более или менее изолированная в пространстве и времени от других аналогичных совокупностей одного и того же вида.

Популяция – именно та ячейка биоты, которая является основой ее существования. В ней происходит самовоспроизводство живого вещества, она обеспечивает выживание вида благодаря наследственности адаптационных качеств, дает начало новым популяциям и процессам видообразования, т.е. является элементарной единицей эволюционного процесса, тогда как вид есть его качественный этап.

Важнейшими являются количественные характеристики, которые позволяют решить большинство проблем качественного характера. Выделяют две группы количественных показателей – статистические и динамические.

Статистические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени. К ним относятся численность, плотность и показатели структуры популяции.

Численность – это поголовье животных или количество растений в пределах некоторой пространственной единицы – ареала, бассейна реки, акватории моря, области, района и т.д.

Плотность – число особей, приходящихся на единицу площади, например, плотность населения – количество человек на 1 м².

Показатели структуры: половой – соотношение полов; размерной – соотношение количества особей разных размеров; возрастной – соотношение количества особей различного возраста в популяции.

Динамические показатели характеризуют процессы, протекающие в популяции за какой-то промежуток (интервал) времени. Основными динамическими характеристиками являются рождаемость, смертность и скорость роста популяций.

Рождаемость – число особей, рождающихся в популяции за единицу времени.

Смертность – число особей, погибших в популяции за единицу времени.

Убыль или прибыль организмов в популяции зависит не только от рождаемости и смертности, но и от скорости их иммиграции и эмиграции, т.е. от количества особей, прибывших или убывших в популяции в единицу времени. Увеличение численности, прибыль зависят от количества

рожденных (рожденных за какой-то период времени) и иммигрировавших особей, а уменьшение, убыль численности – от гибели и эмиграции особей.

Скорость роста популяции – скорость увеличения популяция в единицу времени. Еще в XVII в. было установлено, что численность популяции растет по закону геометрической прогрессии. На современном математическом языке – это экспоненциальный рост численности популяции, т.е. рост численности ее особей в неизменяющихся условиях.

Условия, сохраняющиеся длительное время постоянными, невозможны в природе, так как существует множество ограничивающих факторов.

3.2. СООБЩЕСТВА

Когда речь идет об экосистемах, под сообществами понимается **б и о ц е н о з**, поскольку сообщество представляет собой население **б и о т о п а** – места жизни биоценоза.

В самых общих чертах термин **с о о б щ е с т в о** означает группу совместно обитающих видовых популяций, например, в каком-либо пруду или лесу. Сообщества организмов следует рассматривать прежде всего как некое организованное целое, и любое определение должно отражать взаимодействие между входящими в его состав популяциями всех трофических уровней, которые имеются в данном местообитании. Действительно, виды адаптируются к присутствию других видов, а поэтому так же, как и популяции обладают свойствами, выходящими за пределы свойств составляющих их особей; сообщество – это нечто большее, чем простая сумма отдельных популяций и их взаимодействий.

В настоящее время самым точным можно считать определение Уитгейкера, который описывает *сообщества как сочетание популяций растений, животных и микроорганизмов, взаимодействующих друг с другом в пределах данной среды и образуют тем самым особую живую систему со своим собственным составом, структурой, взаимоотношениями со средой, развитием, функциями*. В действительности сообщества – это открытые системы и обычно непрерывно переходят одно в другое вдоль тех или иных градиентов среды, а не занимают четко ограниченные зоны.

Принято считать, что сообщества как живые системы взаимодействующих видовых популяций имеют определенную организацию. Для существования сообщества важна не только величина численности организмов, но еще важнее видовое разнообразие, которое является основой биологического разнообразия в живой природе. Несмотря на трудности определения сообщества, его изучение представляет собой важный шаг в нашем понимании природы как единого целого.

Экологическая ниша – место вида в природе, преимущественно в биоценозе, включающее как его положение в пространстве, так и функциональную его роль в сообществе, отношение к абиотическим условиям существования.

Экологическую нишу, определяемую только физиологическими особенностями организмов, называют фундаментальной, а ту, в пределах которой вид реально встречается в природе – реализованной.

Реализованная ниша – это та часть фундаментальной ниши, которую данный вид, популяция в состоянии «отстоять» в конкурентной борьбе. Конкуренция, по Ю. Одуму (1975, 1986), – отрицательные взаимодействия двух организмов, стремящихся к одному и тому же (таблица 1). Межвидовая конкуренция – это взаимодействие между популяциями, которое вредно сказывается на росте и выживании. Конкуренция проявляется в виде борьбы видов за экологические ниши.

Таблица 1

Классификация биотических взаимодействий популяций двух видов (по Ю. Одуму, 1986)

Тип взаимодействия	Виды		Общий характер взаимодействия
	1	2	
Нейтрализм	0	0	Ни одна популяция на влияет на другую
Конкуренция, непосредственное взаимодействие	-	-	Прямое взаимное подавление обоих видов
Конкуренция, взаимодействие из-за ресурсов	-	-	Непрямое подавление при дефиците внешнего ресурса
Аменсализм	-	0	Популяция 2 подавляет популяцию 1, но сама не испытывает отрицательного воздействия
Паразитизм	+	-	Популяция паразит 1 состоит из меньших по величине особей, чем популяция 2
Хищничество	+	-	Особь хищника 1 обычно крупнее, чем особь жертвы
Комменсализм	+	-	Популяция 1, комменсал, получает пользу от объединения; популяции 2 это объединение безразлично
Протокооперация	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов, но не обязательно

Мутуализм	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов и обязательно
-----------	---	---	---

Примечание. 0 – популяция не испытывает никакого влияния при взаимодействии видов;

(+) – популяция получает пользу от взаимодействия видов;

(–) – популяция испытывает отрицательное влияние такого взаимодействия

Не существует двух различных видов, занимающих одинаковые экологические ниши, но есть близкородственные виды, часто настолько сходные, что им требуется, по существу, одна и та же ниша. В этом случае, когда ниши частично перекрываются, возникает особо жесткая конкуренция, но в конечном итоге нишу занимает один вид. Явление экологического разнообразия близкородственных (или сходных по иным признакам) видов получило название «принцип конкурентного исключения» или «принцип Гаузе», в честь русского ученого Гаузе, доказавшего его существование экспериментально в 1934 г. Г.Ф.Гаузе исследовал конкуренцию двух видов инфузорий: *Paramecium conolatum* и *Paramecium aurelia*. Их культивировали отдельно и вместе, используя строго дозированную бактериальную пищу. При раздельном культивировании их численность росла по обычно S-образной кривой, при совместном побеждали в конкурентной борьбе *P. aurelia*. Поражение *P. conolatum* объясняется тем, что она плохо переносила накопление в среде продуктов метаболизма и размножалась медленнее. Но при смене пищи, например при замене ее на дрожжи, побеждала уже *P. conolatum*, так как в благоприятных для обоих видов условиях она имела преимущество за счет способности к более быстрому размножению и увеличению своей численности.

Межвидовая конкуренция за ресурсы может касаться пространства, пищи, биогенных веществ и т.п. Именно уменьшение ресурсов приводит к ситуации, когда мы имеем дело лишь с отрицательными взаимодействиями. Результатом межвидовой конкуренции может быть либо взаимное приспособление двух видов, либо популяция одного вида замещается популяцией другого вида, а первый вынужден переселиться на другое место или перейти на другую пищу. Если виды живут в разных местах, то говорят, что они занимают разные экологические ниши, если же они живут в одном месте, но потребляют разную пищу, то говорят об их несколько различающихся экологических нишах. Процесс разделения популяциями видов пространства и ресурсов называется д и ф ф е р е н ц и а ц и я экологических ниш. Главный результат дифференциации ниш – снижение конкуренции. Например, тенелюбивые растения не конкурируют со

светолюбивыми, менее остра конкуренция за ресурсы, численность доминирующего вида регулируется хищником и т.п.

Н е й т р а л и з м – это такая форма биотических взаимоотношений, когда сожительство двух видов на одной территории не влечет за собой ни положительных, ни отрицательных последствий для них. В этом случае виды не связаны непосредственно друг с другом и даже не контактируют между собой. Например, белки и лоси, обезьяны и слоны и т. п. Отношения нейтральности характерны для богатых видами сообществ.

А м е н с а л и з м – это такие биотические отношения, при которых происходит торможение роста одного вида (аменсала) продуктами выделения другого. Эти отношения обычно относят к прямой конкуренции и называют *антибиозом*. Наиболее хорошо изучены растения, которые применяют различные ядовитые вещества в борьбе с конкурентами за ресурсы, и это явление называют *аллелопатия*.

Х и щ н и ч е с т в о и п а р а з и т и з м: отношения хищник – жертва и паразит – хозяин являются результатом прямых пищевых связей, которые для одного из партнеров имеют отрицательные последствия, а для другого – положительные. Любой гетеротрофный организм в сообществе существует за счет поедания другого гетеротрофа или автотрофа

Хищниками называют животных, питающихся другими животными, которых они ловят и умерщвляют. Для хищников характерно охотничье поведение.

Паразитизм – это такая форма пищевой связи между видами, когда организм-потребитель (консумент) использует тело живого организма (хозяина) не только как источник пищи, но и как место своего обитания (постоянного или временного). Паразитические отношения имеют насекомые – вредители и растения, кровососущие насекомые и животные. Паразиты намного мельче своего хозяина, они часто бывают разносчиками заболеваний.

Хищничество и паразитизм – это пример взаимодействия двух популяций, отрицательно сказывающегося на росте и выживании одной из них. Подобные популяции развиваются, т.е. эволюционируют, синхронно, и по мере длительности их взаимодействия коэволюция может привести к снижению степени отрицательного взаимодействия или устранить его вообще, поскольку сильное подавление популяции жертвы или хозяина популяцией хищника или паразита может привести к уничтожению одной из них или обеих.

К положительным видам взаимодействия относят комменсализм, кооперацию и мутуализм. Многие экологи считают, что в стабильных

экосистемах отрицательные и положительные взаимодействия должны находиться в равновесии.

К о м м е н с а л и з м – это наиболее простой тип положительных взаимодействий. Комменсалы – организмы, которые поселяются в жилищах других организмов, не причиняя им зла и не принося вреда. Для тех животных, у которых они «квартируют», комменсалы безразличны.

П р о т о к о о п е р а ц и я – это следующий шаг к более тесной интеграции, когда оба организма получают преимущества от объединения, хотя их сосуществование не обязательно для их выживания.

М у т у а л и з м (симбиоз) – следующий этап развития зависимости двух популяций друг от друга. Объединение происходит между двумя весьма разными организмами и наиболее важные мутуалистические системы возникают между автотрофами и гетеротрофами.

3.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

Сообщества организмов связаны с неорганической средой теснейшими материально-энергетическими связями. Растения могут существовать только за счёт поступления в них углекислого газа, воды, кислорода, минеральных солей. Гетеротрофы живут за счёт автотрофов, но нуждаются в поступлении таких неорганических соединений, как кислород и вода. В любом конкретном местообитании запасов неорганических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности населяющих его организмов, хватило бы ненадолго, если бы эти запасы не возобновлялись. Возврат биогенных элементов в среду происходит как в течение жизни организмов (в результате дыхания, экскреции, дефекации), так и после смерти, в результате разложения трупов и растительных остатков. Таким образом, сообщество образует с неорганической средой определённую систему, в которой поток атомов, вызываемый жизнедеятельностью организмов, имеет тенденцию замыкаться в круговорот.

Любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ, называют экосистемой.

Термин «экосистема» был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тенсли, который подчёркивал, что при таком подходе неорганические и органические факторы выступают как равноправные компоненты и мы не можем отделить организмы от конкретной окружающей среды. А. Тенсли рассматривал экосистемы как основные единицы природы на поверхности Земли, хотя они не имеют определённого объёма и могут охватывать пространство любой протяжённости.

Для поддержания круговорота веществ в системе необходимо наличие запаса неорганических молекул в усвояемой форме и трёх функционально различных экологических групп организмов: продуцентов, консументов и редуцентов.

Продуцентами выступают автотрофные организмы, способные строить свои тела за счёт неорганических соединений. Консументы – это гетеротрофные организмы, потребляющие органические вещества продуцентов и других консументов и трансформирующие его в новые формы. Редуценты живут за счёт мёртвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения. Классификация эта относительна, так как и консументы, и сами продуценты выступают частично в роли редуцентов, в течение жизни выделяя в окружающую среду минеральные продукты обмена веществ.

В принципе круговорот атомов может поддерживаться и без промежуточного звена – консументов, за счёт деятельности других двух групп. Однако такие экосистемы встречаются, скорее, как исключения, например в тех участках, где функционируют сообщества, сформированные только из микроорганизмов. Роль консументов выполняют в природе в основном животные, и их деятельность по поддержанию и ускорению циклической миграции атомов в экосистемах сложна и многообразна.

Масштабы экосистем в природе чрезвычайно различны. Неодинакова также степень замкнутости поддерживаемых в них циклов круговорота вещества, т.е. многократность вовлечения одних и тех же атомов в циклы. В качестве отдельных экосистем можно рассматривать, например, и подушку лишайников на стволе дерева, и разрушающийся пень с его населением, и небольшой временный водоём, луг, лес, степь, пустыню, весь океан и, наконец, всю поверхность земли, занятую жизнью.

В подушке лишайников мы найдём все необходимые компоненты экосистемы. Продуценты – симбиотические водоросли, осуществляющие фотосинтез. В качестве консументов выступают некоторые мелкие членистоногие, питающиеся живыми тканями лишайника, а также грибные гифы, по существу, паразитирующие на клетках водорослей. И гифы грибов, и большинство микроскопических животных, обитающих в лишайниковых подушках (клещи, нематоды, коловратки, простейшие), выступают и в роли редуцентов. Грибные гифы живут не только за счёт живых, но и за счёт погибших клеток водорослей, а мелкие животные сапрофаги перерабатывают отмершее слоевище, в разрушении которых им помогают многочисленные микроорганизмы. Степень замкнутости круговорота в такой системе очень невелика: значительная часть продуктов распада выносится за пределы

лишайника: вымывается дождевыми водами, осыпается вниз ствола. Кроме того, часть животных мигрирует в другие места обитания. Тем не менее часть атомов успевает пройти несколько циклов, включаясь в тела живых организмов и освобождаясь из них, прежде чем покинет данную экосистему.

В некоторых типах экосистем вынос вещества за их пределы настолько велик, что их стабильность поддерживается в основном за счёт притока такого же количества вещества извне, тогда как внутренний круговорот малоэффективен. Таковы проточные водоёмы, реки, ручьи, участки на крутых склонах гор. Другие экосистемы имеют значительно более полный круговорот веществ и относительно автономны (леса, луга, озёра и т.п.). Однако ни одна, даже самая крупная, экосистема Земли не имеет полностью замкнутого круговорота. Материки интенсивно обмениваются веществом с океанами, причём большую роль в этих процессах играет атмосфера, и вся наша планета часть материи получает из космического пространства, а часть отдаёт в космос.

Продуктивность различных типов экосистем далеко не одинакова, и занимают они разные по величине территории на планете. Различия в продуктивности связаны с климатической зональностью, характером среды обитания (суша, вода), с влиянием экологических факторов локального порядка и т.п., сведения о которых излагаются ниже при характеристике природных экосистем как единиц биосферы, классифицированных на принципах так называемого биомного подхода. По Ю. Одуму (1986), *биом – «крупная региональная и субконтинентальная экосистема, характеризующаяся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта».*

Опираясь на эти представления, Ю. Одум предложил следующую классификацию природных экосистем биосферы:

1. Наземные биомы:
 - Тундра: арктическая и альпийская.
 - Хвойные леса.
 - Листопадный лес умеренной зоны.
 - Степь умеренной зоны.
 - Тропические степи и саванны.
 - Пустыня: травяная и кустарниковая.
 - Чапараль – районы с дождливой зимой и засушливым летом.
 - Полувечнозелёный тропический лес: выраженный влажный и сухой зоны.
 - Вечнозелёный тропический дождевой лес.

2. Типы пресноводных экосистем:

- Лентические (стоячие воды): озёра, пруды и т.д.
- Заболоченные угодья: болота и болотистые леса.
- Лотические (текучие воды): реки, ручьи и т.п.

3. Типы морских экосистем:

- Открытый океан (пелагиическая).
- Воды континентального шельфа (прибрежные воды).
- Районы апвеллинга (плодородные районы с продуктивным рыбоводством).
- Эстуарии (прибрежные бухты, проливы, устья рек и т.д.).

3.4. Биогеоценоз

Самая дробная и самая внутренне однородная часть биосферы – биогеоценоз, понятие о котором было введено в науку академиком В.Н. Сукачёвым в 1940 г. и усиленно разрабатывалось им в послевоенное время. В последней редакции В.Н. Сукачёв (1964 г.) дал биогеоценозу следующее определение: *«Биогеоценоз – совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействий слагающих её компонентов и определённый тип обмена веществом и энергией между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое единство, находящееся в постоянном движении и развитии».*

В.Н. Сукачёв дал и графическое изображение этой совокупности живых и косных тел и связей между ними (рис. 3).

В предложенном определении биогеоценоза особо надо подчеркнуть, что:

- 1) биогеоценоз связан с определённым участком земной поверхности и, стало быть, является категорией биохронологической;
- 2) составными частями биогеоценоза являются материальные тела: живые (растения, животные, микроорганизмы) и косные (атмосфера, горная порода, почва), они называются компонентами биогеоценоза, или биогеоценозическими компонентами;
- 3) связанность компонентов биогеоценоза покоится на обмене веществом и энергией как между ними, так и с окружающей внешней средой;

4) биогеоценоз – внутренне противоречивое и динамичное биокосное единство.

В состав биогеоценоза не включаются такие явления, как рельеф, климат, земное тяготение, время. Они не являются материальными телами, не вносят в биогеоценоз ни веществ, ни энергии и, естественно, не участвуют в биогеоценозном метаболизме. Но они оказывают на биогеоценозы разнонаправленное сильное влияние, как прямое, так и косвенное. В частности, рельеф влияет на направление и интенсивность обменных процессов, на некоторые свойства, структуру и связи отдельных компонентов, определяет пространственное размещение биогеоценозов.

Биогеоценозы развиваются как на суше, так и в разного рода водоёмах, но их нет или они выражены фрагментарно и зачаточно на вечных льдах, на территориях, занятых городами, дорогами, промышленными карьерами, молодыми лавовыми потоками и т.п. Биогеоценозы в природе очень разнообразны, и это разнообразие трудно обобщимо. Различается великое множество конкретных биогеоценозов: лесных, болотных, луговых, тундровых, степных, пустынных, пресноводных, морских и др.

Переходы в пространстве от одних биогеоценозов к другим сопровождается сменой состояний и свойств всех его компонентов, а соответственно и сменой всего биогеоценозического метаболизма и его следствий. Границы биогеоценозов могут быть прослежены на любом из его составляющих, хотя чаще всего они определяются и совпадают с границами растительных сообществ. Растительность во всей системе компонентов биогеоценоза, их связях и работе занимает узловое, центральное положение, и изменения в её составе, строении и свойствах влекут за собой более или менее адекватное изменение свойств и состояний остальных компонентов биогеоценоза.

Используемый на практическом занятии интерактивный метод:

Кооперативный «Метод Jigsaw»

Алгоритм:

1) Аспиранты организуются в группы по 4-6 человек для работы над заданием, которое разбито на фрагменты (логические или смысловые блоки). Каждый член малой группы находит материал по своей части. Например:

- Понятие «популяция». Классификация популяций.
- Генетический груз в популяциях животных.
- Влияние инбридинга на выделение рецессивных летальных и полуметальных генов.
- Генетическая адаптация и генетический гомеостаз популяций.

2) Затем аспиранты, изучающие один и тот же вопрос, но состоящие в разных малых группах, встречаются и обмениваются данной информацией как эксперты по изучаемому вопросу. Это называется «встречей экспертов».

3) Далее они возвращаются в свои малые группы и обучают всему новому, что узнали сами от других членов малых групп. Те, в свою очередь, докладывают о своей части задания (как зубцы одной пилы). Поскольку единственный путь усвоения материала всех фрагментов состоит в том, чтобы внимательно слушать партнеров по команде и делать записи, никаких дополнительных усилий со стороны преподавателя не требуется. Аспиранты заинтересованы в том, чтобы их одноклассники добросовестно выполнили задание, так как это отражается на их итоговой оценке. Отчитываются по всей теме каждый в отдельности и вся команда целом.

4) На заключительном этапе преподаватель может попросить любого члена команды ответить на любой вопрос.

Контрольные вопросы

1. Определение уровня гетерозиготности, как показателя способа размножения, степени изоляции и выделения отдельных субпопуляций в пределах природных популяций.
2. Молекулярные маркеры (зонды) для характеристики генетической изменчивости, выявляемой в популяциях.
3. Взаимодействие множественной и гено-частотной динамики в системе патоген-хозяин.
4. Симбиоз – совместное существование неродственных организмов.
5. Анализ генетических процессов, происходящих при симбиозе
6. Единый подход в изучении симбиоза – оценка действия на жизнеспособность партнеров .
7. Взаимодействие в симбиозе направленные на адаптацию организмов к среде.
8. Радиационная генетика природных популяций.
9. Микроэволюционные процессы в экосистемах.
10. Генетические процессы в популяциях сельскохозяйственных животных в условиях современных интенсивных технологий животноводства

Раздел 4. Биоиндикация радиоактивных загрязнений

Краткое содержание темы:

Радиоактивность – способность некоторых химических элементов (урана, тория, радия, калифорния и др.) самопроизвольно распадаться и испускать невидимое излучение. Такие элементы называют радиоактивными.

Радиоактивные вещества распадаются со строго определенной скоростью, измеряемой периодом полураспада, т.е. временем, в течение которого распадается половина всех атомов. Радиоактивный распад не может быть остановлен или ускорен каким-либо способом.

Если поместить радий в свинцовую коробку с узкой щелью, то с помощью прибора можно определить, что через нее выходит пучок излучений, который разделяется в магнитном поле.

Излучение, отклоняющееся в сторону отрицательного полюса, называется α -излучение; положительного полюса – β -излучение; излучение, не отклоняющееся магнитным полем, называется γ -излучение (оно не имеет электрического заряда).

α -излучение – поток положительно заряженных тяжёлых частиц, состоящих из протонов и нейтронов (ядер атомов гелия), движущийся со скоростью 20 тыс. км/ч (что 35 раз быстрее, чем современные самолеты). Он задерживается листом бумаги и не способен проникать сквозь кожу животных и человека.

β -излучение – поток отрицательно заряженных частиц (электронов). Их скорость (200-300 тыс. км/ч) приближается к скорости света. Это излучение проникает в ткани животных и человека на 1–2 см.

γ -излучение – коротковолновое электромагнитное излучение. По свойствам оно близко к рентгеновскому, но обладает значительно большей скоростью и энергией. Оно распространяется со скоростью света. Задерживается лишь толстой свинцовой или бетонной плитой.

Ионизирующие излучения имеют ряд общих свойств, два из которых – способность проникать через материалы различной толщины и ионизировать воздух и живые клетки организмов – заслуживают особенно пристального внимания.

Проблема радиоактивного загрязнения биосферы в последние годы привлекает внимание большого числа специалистов в различных областях знания. Испытание ядерного и термоядерного оружия приводит к неизбежному глобальному загрязнению поверхности нашей планеты радиоактивными веществами, относящимися, прежде всего к продуктам

деления ядерного горючего – U^{235} и Pu^{239} . Общемировое выпадение радиоактивных осадков обуславливает непрерывное увеличение фона внешнего облучения растений, животных и человека, а также растущее поступление радиоактивных продуктов в организм человека по биологическим цепочкам почва – растение – животное – человек.

Наконец, особое внимание уделяется в настоящее время радиационным облучениям в малых дозах. Современная медицина связывает распространение многих инфекционных и хронических заболеваний (пневмония, эмфизема, болезни сердца и почек, диабет, паралич) с повышением радиационного фона на Земле или с так называемыми малыми дозами облучения. Давно известно, что радиоактивное облучение вызывает раковые заболевания, в том числе лейкемию – рак крови, причём риск заболевания прямо пропорционален величине облучения. Профессиональные заболевания такого рода многократно отмечены у шахтёров урановых рудников, работников, использующих светящиеся радиевые краски, работающих на ядерных реакторах и предприятиях по переработке ядерного топлива, врачей-радиологов.

Радиоактивное облучение, даже эпизоотическое и очень малыми дозами (например, при обследовании женщин во время беременности), повышает риск заболевания детей лейкемией или рождения детей с врождёнными дефектами и аномалиями. Вред, связанный с накоплением в организме радионуклидов, может быть индивидуальным (например, развитие рака) или генетическим, когда возрастает частота мутаций и появляется потомство с врожденными уродствами. Риск воздействия на здоровье человека малых количеств радиоактивных веществ, содержащихся в воздухе, почве, пище, недооценивается примерно в 100 - 1000 раз. В условиях постепенного повышения естественного радиационного фона на нашей планете несоблюдение правил техники безопасности при добывании, транспортировке, переработке и использовании радиоактивных изотопов может привести к необратимым нарушениям генофонда и гибели не только отдельных популяций, но и видов растений и животных и тяжелых генетических и соматических нарушений у человека.

Активность радиоактивного вещества определяется числом спонтанных распадов радионуклидов в единицу времени. В настоящее время в системе СИ основной единицей измерения активности служит беккерель. $1\text{ Бк} = 1$ распаду в 1 с. Параллельно распространена старая единица кюри ($1\text{ ки} = 37$ млрд распадов в 1 с). $3,7 \cdot 10^{10}$ – примерно такова активность 1 г Ra^{226} .

Мерой ионизирующего действия γ -излучения или рентгеновского излучения является экспозиционная доза – полная величина электрического

заряда образования ионов. Мощность МЭД измеряется в рентгенах – рентген в час ($1\text{Р/ч} = 1000\text{ мР/ч}$). Новые дозиметры имеют шкалы в зивертах Зв/ч (Зв/ч , мЗв/ч , мкЗв/ч). Чтобы перейти со шкалы в зивертах к шкале в рентгенах нужно показатель в Зв увеличить в 100 раз.

4.2. ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН

Природное радиоактивное загрязнение определяется естественной радиоактивностью, вызванной содержащимися в космических лучах, достигающих поверхности Земли, земной коре, продуктах питания, питьевой воде, выдыхаемом воздухе. Основную часть облучения, примерно 70%, человек на протяжении всей своей жизни получает от естественных источников радиоактивного загрязнения. Остальные примерно 30% приходятся на антропогенные (техногенные) радиоактивные загрязнения.

Все горные породы, почвы, подземные и поверхностные воды содержат незначительное количество природных радиоактивных элементов. Это уран, торий с дочерними изотопами, актиний, калий, рубидий, самарий и др. Присутствие в природе радиоактивных изотопов, а также космическое излучение обуславливают естественный радиоактивный фон.

Еще одной важной особенностью естественной радиоактивности является то, что в среднем примерно $\frac{2}{3}$ эффективной эквивалентной дозы облучения от естественных источников приходится на внутреннее облучение за счет вдыхания радиоактивного воздуха или попадания естественных радионуклидов с водой и пищей.

Среднегодовая доза облучения от естественных источников составляет 2 мЗв/год (0,2 бэр/год), от техногенных – 0,42 мЗв/год (0,42 бэр/год). В среднем житель земли получает фоновое облучение примерно 2,4 мЗв в год или 170 мЗв (17 бэр/год) за 70 лет жизни.

Среди космических лучей различают первичные и вторичные. Первичные лучи приходят на Землю из галактик (галактические высокоэнергетические лучи) и от Солнца (солнечные умеренных энергий), имеющие связь с активностью Солнца. Основной состав космических лучей – протоны, незначительно – альфа-частицы и тяжёлые ядра. Взаимодействуя в верхних слоях атмосферы с ядрами встречных атомов, космические лучи порождают космогенные радионуклиды – тритий или водород-3, углерод-14, бериллий-7, натрий-22 и вторичные частицы: электроны, фотоны, мезоны, нейтроны и др., пронизывающие атмосферу.

Часть излучения, проникающая через атмосферу, ослабляется воздухом, и их воздействие зависит от высоты над уровнем моря. В самолёте на высоте 10000 м гамма-излучение составляет около 8 мЗв/год. Такое же значение

гамма-излучения фиксируется на горных вершинах типа Эльбруса. На высоте 4500 м над уровнем моря она составляет 3 мЗв/год. Интенсивность галактических космических лучей также зависит от широты – на экваторе наименьшая, наибольшая в высоких широтах. Различие определяется особенностями магнитного поля Земли. При средней высоте над уровнем моря 430 м доза космического излучения для средних широт составляет 323 - 333 мкЗв/год (или 0,32-0,33 мЗв/год).

Самый большой вклад в облучение населения естественными нуклидами вносит земная кора. Земное радиационное излучение определяется геологическим строением конкретного района, т.е. тем, какие горные породы и минералы распространены. Природные радионуклиды сконцентрированы в гранитах, вулканических породах. Средний уровень мощности дозы излучения на высоте 1 м над поверхностью гранитов составляет 1,5 мЗв/год, над поверхностью известняка – 0,2 мЗв/год. На Земле есть места, где из-за повышенного содержания радиоактивных элементов естественный радиационный фон значительный (в Индии в штатах Керала и Тамилнад, на побережье Индийского океана 13 мЗв/год - месторождений монацитовых песков Траванкор; в Бразилии, на острове Ньюи в Тихом океане – 10 мЗв/год и др.). В этих районах мощность экспозиционной дозы гамма-излучения достигает сотен и даже тысяч мкР/ч. Так, средняя экспозиционная доза гамма-излучения в районе пляжных песков в штате Керала около 150 мкР/ч. Во Франции и Египте ряде стран сотни тысяч людей проживают на землях, где мощность дозы облучения достигает 3,5 и даже 4-5 мЗв/год.

Уникальные радиоактивные ландшафты существуют в Бразилии: возвышенность к северу от Сан-Паулу с дозой облучения 250 мЗв/год (25 бэр/год), территория морского курорта Гуарипари (атлантическое побережье) – 175 мЗв/год.

По величине дозы природного гамма-излучения на территории России выделяют зоны: пониженной (до 600 мкЗв/год), умеренной (600-900 мкЗв/год), повышенной (900-1250 мкЗв/год) и высокой (более 1250 мкЗв/год) природной радиации.

Зона пониженной радиации располагается в равнинной части севера России и включает тундровые и таёжные ландшафты Русской платформы, центральной части Западно-Сибирской плиты и север Сибирской платформы.

Зона умеренной радиации охватывает лесостепные ландшафты Восточно-Европейской равнины, включая южную часть Русской платформы и Урал.

Зона повышенной природной радиации сопряжена со степными ландшафтами Предкавказья и горно-таёжными ландшафтами обширных территорий Восточного Забайкалья и Дальнего Востока.

Территории с высокими дозовыми нагрузками занимают не более 1,4% площади России и не образуют единой зоны. Это горные и высокогорные районы южной, юго-восточной и восточной окраин России. Повышенная доза радиации определяется здесь коренными выходами магматических пород ультракислого, щелочного составов и ультраметаморфическими породами. В интенсивность радиации заметный вклад вносят также дозовые нагрузки космического излучения, так как абсолютные высоты достигают 1500-2000 м и выше.

В составе природного калия калий-40 составляет небольшую долю (0,01%) и присутствует совместно с нерадиоактивными изотопами калий-39 (93,08%) и калий-41 (6,91%). Установлено, что калий усваивается любым организмом без изменения изотопного состава.

Из почвы калий-40 поступает через корневую систему растений в организм животных и человека. Особенно интенсивно он усваивается фасолью (229 Бк/кг), картофелем (174 Бк/кг), орехами (210 Бк/кг), клюквой (355 Бк/кг). Средняя концентрация калия-40 в различных органах и тканях человека 20-120 Бк/кг.

Радон и продукт его распада – основные источники, формирующие естественную радиоактивность низших слоев атмосферы. Радон-222 – тяжёлый инертный газ с периодом полураспада 3,82 суток. Внешне облучение от радона несущественно. Альфа-частицы, которые он излучает, полностью задерживаются одеждой. Опасен радон при длительном вдыхании. Попадая в организм, радон не включается в обмен веществ, но сильно ионизирует ткани легких, что может привести к серьёзным последствиям.

Используемый на практическом занятии интерактивный метод:

Ситуационные задачи

- 1) ситуация, для овладения которой индивид или коллектив должны найти и использовать новые для себя средства и способы деятельности;
- 2) аспиранты предлагают свои варианты решения. Важно, чтобы аргументация позиции каждого аспиранта обсуждалась всеми членами группы, а преподаватель лишь подводит итог рассуждениям обучающихся
- 3) психологическая модель условий порождения мышления на основе ситуативно возникшей познавательной потребности, форма связи субъекта

с объектом познания. Проблемная ситуация характеризует взаимодействие субъекта и его окружения, а также психическое состояние познающей личности, включенной в объективную и противоречивую по своему содержанию среду. Осознание противоречия в процессе деятельности (например, невозможности выполнить теоретическое или практическое задание с помощью ранее усвоенных знаний) приводит к появлению потребности в новых знаниях, в том неизвестном, которое позволило бы разрешить возникшее противоречие.

4) Использование ситуационных задач способствует формированию мышления студента, поощряет творческий спор, значительно стимулирует студентов и даёт или чувство удовлетворенности от своей работы.

Предлагаемые ситуационные задачи:

1. В результате аварии на ЧАЭС значительные территории России и, в частности, Орловской области подверглись загрязнению долгоживущими радионуклидами. Повышенный уровень ионизирующей радиации стал мощным экологическим фактором, влияющим на здоровье населения, сельскохозяйственных животных и состояние природных популяций. Какие генетические эффекты Вы ожидаете зафиксировать?
2. Установлено, что хроническое воздействие повышенного уровня ионизирующей радиации на популяции живых организмов в низких дозах, не вызывающих заметного повреждающего влияния, может сопровождаться увеличением радиорезистентности популяции. Какие генетические процессы могут наблюдаться в популяции, находящейся под влиянием ионизирующего облучения?
3. Животные Тульской области, обитающих на участках чернобыльского радиационного загрязнения, показали повышение частот генетических нарушений. Перечислите элементы генетического мониторинга, который необходимо проводить на данной территории.
4. Большой практический интерес представляет изучение частот генетических нарушений у сельскохозяйственных животных, разводимых в районах с различным уровнем радиационного загрязнения – частот абберраций хромосом, частот микроядер в клетках костного мозга, частот морфологически аномальных сперматозоидов, частот мутантных электрофоретических вариантов изоферментов и их влияния

на продуктивность и репродукцию. Какие методы биотестирования Вы можете предложить ещё.

Контрольные вопросы

1. Радиоактивность.
2. Естественный радиационный фон.
3. Родоновые загрязнения территорий (Новосибирска и др.).
4. Источники повышенного радиационного фона.
5. Радиационное загрязнение атмосферы и подземного воздуха после ядерных испытаний.
6. Влияние испытаний на Семипалатинском полигоне на радиоактивное загрязнение территорий.
7. Биологическое действие радиации.
8. Радиочувствительность живых организмов.
9. Генетические последствия облучения млекопитающих.
10. Генетические последствия облучения самок и самцов.
11. Радиационная генетика природных популяций.
12. Динамика мутационного процесса в облучаемых популяциях.
13. Радиоадаптация природных популяций микроорганизмов, растений и животных.
14. Тератогенные эффекты инкорпорированных радионуклидов.

Раздел 5 *Сохранение генофонда биосферы*

Краткое содержание темы:

Биологическое разнообразие и распределение видов.

Биоразнообразие – все виды растений, животных, микроорганизмов, а также экосистемы и экологические процессы, частью которых они являются.

Биоразнообразие рассматривается на трех уровнях: генетическом, видовом и экосистемном.

Генетическое разнообразие представляет собой объём генетической информации, содержащейся в генах организмов, населяющих Землю.

Видовое разнообразие – это разнообразие видов живых организмов, обитающих на Земле.

Разнообразие экосистем касается различных сред обитания, биотических сообществ и экологических процессов в биосфере, а также огромного разнообразия сред обитания и процессов в рамках экосистемы.

Число видов организмов, населяющих Землю, очень велико, но оценки этой величины сильно отличаются, варьируя от 5 до 80 млн. Чёткая таксономическая принадлежность установлена всего для 1,4 млн видов. Из этого известного числа видов примерно 750000 – это насекомые, 41000 – позвоночные животные, 250000 – растения. Остальные виды представлены сложным набором беспозвоночных животных, грибов, водорослей и других микроорганизмов.

Видовое богатство различных климатогеографических зон сильно отличается, хотя чётко прослеживается тенденция увеличения от полюсов к экватору. Так, например, число пресноводных насекомых в тропических лесах в 3-6 раз больше, чем в умеренных. На единицу площади в тропических лесах приходится наибольшее на Земле количество видов млекопитающих. Во влажных тропических лесах Латинской Америки на одном гектаре встречается 40 – 100 видов деревьев, тогда как на востоке Северной Америки 10 – 30 видов. В долинах Малайзии, в районе Куала-Лумпур, на одном гектаре насчитывается около 600 видов деревьев, диаметр ствола которых более 2 см, а на территории Дании в 2 раза меньше видов всех размеров.

В морской среде наблюдается такая же закономерность распределения, как и на суше. Так, число видов асцидий в Арктике едва превышает 100, а в тропиках оно больше 600.

Биоразнообразие является основой жизни на Земле, одним из важнейших жизненных ресурсов. Трудно переоценить значение всего количества товаров и услуг, которые обеспечиваются разнообразием. Некоторые виды при этом являются жизненно необходимыми. Так, люди используют в пищу

около 7000 видов растений, но 90 % мирового продовольствия создаётся за счёт всего 20, а 3 вида из них (пшеница, кукуруза и рис) покрывают более половины всех потребностей.

Биологические ресурсы являются также значительным источником сырья для фармакологической промышленности.

В последнее время человечество осознало полезность диких видов растений и животных. Они не только содействуют развитию сельского хозяйства, медицины и промышленности, но и полезны для окружающей среды, являясь обязательным компонентом – биотической составляющей – природных экосистем. Биоразнообразие – главный фактор, определяющий устойчивость биогеохимических циклов вещества и энергии в биосфере.

Эволюционные процессы, происходившие в различные геологические периоды, привели к существенным изменениям видового состава обитателей Земли. Около 65 млн лет назад в конце мелового периода произошли наиболее крупные исчезновения видов, особенно птиц и млекопитающих. Полностью вымерли динозавры. Позже биологические ресурсы утрачивались быстрее, причём в отличие от великого вымирания мелового периода, вызванного, скорее всего, природными явлениями, утрата видов происходит вследствие деятельности человека.

Выделяют 4 основные причины утраты видов:

- 1) утрата среды обитания, фрагментация и модификация;
- 2) чрезмерная эксплуатация ресурсов;
- 3) загрязнение окружающей среды;
- 4) вытеснение естественных видов интродуцированными экзотическими видами.

Все эти причины носят антропогенный характер.

Подсчитано, что каждый год погибают тропические леса на площади 11,1 млн га (т.е. 21 га каждую минуту). Сокращение же лесов ведёт не только к исчезновению тех видов, которые обитали на уничтоженных участках леса, но и к сокращению до 30 % численности видов, обитающих на соседних участках леса.

Техногенное развитие цивилизации привело к глобальному загрязнению окружающей среды. Истощение озонового слоя планеты, парниковый эффект и кислотные дожди – лишь немногие неблагоприятные процессы, лежащие на поверхности. Эти процессы ведут к изменению климата, что, в свою очередь, может привести к изменению видового состава многих экосистем на Земле, так как количество одних видов уменьшается, а других возрастает.

Большую опасность антропогенного воздействия на окружающую среду представляет её загрязнение, особенно токсичными химическими

веществами и ксенобиотиками, в частности пестицидами. Например, ДДТ, который уже давно был запрещён как экологически опасное вещество, до сих пор обнаруживается не только в почве, и в составе тканей живых организмов. Причиной этого явления является стабильность ДДТ (как и других хлорорганических соединений), а также его распространение с воздушными потоками, перелётными птицами.

Еще один неоспоримый факт негативного влияния человека на окружающую среду – сокращение видового разнообразия жизни. За последнее столетие человеческая деятельность привела к тому, что с лица Земли исчезли и близки к исчезновению 25 тыс. видов высших растений и более одной тысячи видов позвоночных животных. Из них 66 % видов позвоночных животных являются обитателями континентов. Крупные наземные животные, в частности африканский слон, находятся под угрозой исчезновения вследствие чрезмерной антропогенной нагрузки на зоны их естественного обитания. На грани вымирания или уже вымерли сотни уникальных пород домашних животных – якутский скот и якутская лошадь, сибирская северная порода свиней. По оценкам ученых, к 2010 – 2015 гг. биосфера может утратить до 10-15% составляющих ее видов. Это от 15 000 до 50000 видов в год, или от 40 до 140 видов в день. За последние 80-90 лет вызванный антропогенным воздействием темп вымирания превышает все, что известно на этот счет из палеонтологической летописи.

Кроме радиационных, химических неблагоприятных воздействий, влияющих на биоразнообразие, есть еще один, не столь явный фактор, ответственный за сокращение биоразнообразия – нерациональная хозяйственная деятельность, игнорирующая системную организацию видов и структуру внутривидовой наследственной изменчивости.

Отрицательные последствия сопровождают не только промышленную эксплуатацию биологических ресурсов, но и вполне благие намерения, связанные с воспроизводством, селекцией и специализацией пород.

По данным академика Алтухова, в настоящее время постоянно сокращается количество пород сельскохозяйственных животных и сортов растений. Например, в птицеводстве отмечается резкое сокращение числа пород, используемых в коммерческих целях. В состав теперешних промышленных кроссов входят лишь 4-7 пород из более тысячи, известных во всем мире. В России из 80 старых пород к настоящему времени не сохранилось (или не найдено) около 30, что соответствует сокращению генетических ресурсов в плане породного состава на 37,5% за последние 50 лет. Внедрение новых сортов риса на Среднем Востоке и в Азии повлекло за собой утрату генетических банков в Турции, Ираке, Иране, Афганистане и других странах.

У местных старых пород и сортов уровень генетической изменчивости выше по сравнению с современными породами. Высокая специализация пород приводит к снижению уровня гетерозиготности, потере внутривидового разнообразия, а снижение генетического разнообразия ведет к утрате адаптивности, в том числе неблагоприятному воздействию радиоактивных и химических веществ.

5.2. ДИНАМИКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сначала рассмотрим факторы, определяющие выживаемость популяций животных в условиях радиоактивного загрязнения.

I. Факторы, определяемые радиочувствительностью.

Радиочувствительность различных видов животных и растений колеблется в достаточно больших пределах. При сильных дозовых нагрузках в экосистемах выживают только самые радиоустойчивые формы: микроорганизмы, грибы, мхи. Высшие сосудистые растения и животные при этом погибают. Для объяснения различий в радиочувствительности существуют 4 группы факторов:

- 1) структура и размеры генома, его цитогенетические характеристики, что объясняет вероятность попадания частиц большой энергии в отдельные локусы хромосом;
- 2) способность организма к репарации, к восстановлению радиационных повреждений;
- 3) биохимические особенности клеток, проявляющиеся в содержании тиолов, липидов, воды, интенсивности остаточного дыхания, наличии веществ-радиопротекторов;
- 4) тканевая организация организма и скорость его роста и развития, причем чем выше скорость развития, тем слабее воздействует излучение, поскольку при заданной мощности дозы быстро делящиеся клетки накапливают за время митотического цикла меньшую дозу.

Основной структурой, повреждаемой ионизирующей радиацией, является клеточное ядро. Организмы с малым числом хромосом и крупным ядром наиболее радиочувствительны, а полиплоидные организмы с большим числом хромосом и мелкими ядрами – резистентные

В практической радиологии сложилось убеждение, что чем мельче по своим размерам животные, тем они устойчивее к действию радиации. Объясняется такая тенденция тем, что у мелких животных мелкие клетки и в клетках, соответственно, малые ядра, которые оказываются основной «мишенью» при действии радиации.

В природе обнаружены поразительно устойчивые к облучению животные (нематоды, тихоходки), у которых во взрослом состоянии в соматических органах совершенно нет делящихся клеток в тканях, а постоянство клеточного состава является для каждого органа специфической особенностью на протяжении всей жизни. Но в период индивидуального развития, когда и у таких животных ткани состоят из делящихся клеток, те же виды на короткое время могут оказаться чувствительными к действию радиации. Подобные факты привели к необходимости знать профиль радиочувствительности на протяжении онтогенеза и критические периоды в жизни животного к действию радиации. Именно от продолжительности таких периодов будет зависеть способность животного к выживанию в среде с высоким уровнем радиации: чем они длительнее, тем вероятность завершить жизненный цикл меньше.

Так что даже из общих положений радиобиологии можно прийти к выводу, что на загрязненных территориях преимущества получают мелкие формы с коротким периодом индивидуального развития. Действительно обильна и устойчива к загрязнениям микрофауна (организмы размерами 0,1-2 мм), а в эпицентре первого советского ядерного взрыва и через 50 лет после облучения обильна лишь почвенная фауна.

II. Ландшафтно-экологические факторы.

Эти факторы, определяя накопление радионуклидов в элементах ландшафта, оказывают модифицирующее воздействие на дозообразование.

На суше радионуклиды чаще всего попадают в биоценозы в форме аэрозолей, затем задерживаются и накапливаются на биогеохимических и экологических барьерах, сорбируются на частицах почвы. Это приводит к повышенному накоплению радионуклидов на границах раздела сред: по берегам водоемов, на кронах деревьев и трав, на поверхности почвы. Обитатели таких мест становятся особенно уязвимыми в загрязненной среде при прочих равных условиях. Особенно это касается почвенной фауны. В то же время даже постоянные обитатели длительно загрязненных территорий, где радионуклиды со временем аккумулируются почвой, но с этим ярусом не контактирующие, практически не подвергаются облучению. Это установлено для обитающих в кронах деревьев насекомых, птиц, белок.

III Популяционные факторы.

Популяционная доза может сильно понизиться за счет миграционных возможностей популяции у млекопитающих, птиц, насекомых. Происходит постоянное перемешивание состава популяций, расселение облученных животных и их потомков, а также появление переселенцев с «чистых» окружающих земель. На загрязненных землях за счет иммигрантов

появляются популяции вселенцев, вообще не несущих генетического «груза» облучения.

Динамика биоразнообразия в условиях радиоактивного загрязнения определяется прямыми и косвенными факторами.

Прямые факторы – это непосредственное воздействие ионизирующей радиации преимущественно в условиях дозовой нагрузки выше 0,5-0,7 Р/сут экспозиционной дозы.

Косвенные факторы связаны с изменением функционирования экосистем на загрязненной территории и с режимом заповедания.

Как вы, наверное, знаете, на загрязненных территориях создаются радиационные заповедники, где прекращается хозяйственная деятельность человека. Радиоактивное загрязнение оказывает активное воздействие на жизнь облучаемых организмов, популяций, экосистем. Такие экосистемы живут в особом режиме. Лесные породы, фруктовые деревья, сельскохозяйственные посадки здесь сильнее поражены вредителями. В первый год после аварии на Чернобыльской АЭС посадки картофеля были уничтожены на 96% колорадским жуком. В зонах радиоактивного загрязнения из-за ослабления физиологического состояния и иммунитета диких животных активизируются очаги природно-очаговых инфекций, таких как клещевой энцефалит, туляремия.

Косвенные факторы:

1. Эффекты изоляции экосистем. На загрязненных территориях происходит развитие экологических систем по принципу «островных», где живая природа функционирует в совершенно другом режиме. Общий итог происходящих здесь экологических процессов – обеднение животного мира в видовом отношении, потеря биоразнообразия. Это происходит из-за того, что популяции видов, обитающих на загрязненной территории, постоянно находятся в угнетенном состоянии при постоянном воздействии экстремальных факторов, воздействии радиации, и если нет пополнения популяции извне имеется большая вероятность погибнуть.

Более того, исходный потенциал животного и растительного мира заповеданной территории существенно ниже, чем потенциал окружающих земель, поскольку на сегодняшний день все радиационные заповедники созданы на участках, давно освоенных человеком (земли около г. Припяти активно используются человеком более 800 лет). В то же время на окружающих землях сохранились естественные экосистемы на неудобных для освоения участках по болотам, поймам рек, где разнообразие флоры все еще велико, в противоположность заброшенным пашням, выпасам, поселкам, где созданы радиационные заповедники.

2. Создание режима заповедания. Закрытые для населения, охотников, рыболовов, туристов земли, где животный мир находится в безопасности, а растительный не подвергается уничтожению через пастьбу скота, порубки, постоянное выжигание, становятся весьма привлекательными для временного, а иногда и постоянного концентрирования многих животных, особенно промысловых. В закрытой зоне Чернобыльской АЭС уже в первый год (1986) после аварии появилось множество здесь ранее отсутствовавших лосей, кабанов, несколько стай волков, стадо благородных оленей, около 400 лисиц, которые пришли туда спасаясь от охотников из Беларуси, России, Украины. Тридцатью годами раньше такие же процессы наблюдались на Южном Урале, где появились оседлые популяции отсутствовавших там ранее косуль, лосей, кабана. На этой территории постоянно высока численность сибирской косули, лося, зайца, ондатры, барсука, горностая и ряда других млекопитающих, которые повсюду были очень редки. Причина здесь в том, что зверей и птиц не беспокоят и не отстреливают в период размножения.

Кроме косвенных факторов, на биоразнообразии сильнейшее влияние оказывает прямое воздействие ионизирующей радиации. Если динамику биоразнообразия птиц и млекопитающих во многом определяют косвенные факторы, то динамика почвенной фауны полностью определяется изменениями радиоактивного режима.

Рассмотрим динамику биоразнообразия почвенной фауны на примере Чернобыльской АЭС. При поверхностном загрязнении почв радионуклидами ^{131}I , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu уже через 2 месяца после аварии наблюдалась подлинная экологическая катастрофа, когда погибло более 90% беспозвоночных – обитателей почвы. По мере радиоактивного распада дозы облучения снизились в десятки раз, и уже с 1987 г. началось медленное восстановление популяций и сообществ. Общая численность видов восстановилась через 2-3 года за счет глубокопочвенных мелких организмов, но их биоразнообразие достигало только 50% в течение 5 лет, а с 1993 по 1995 г. началось восстановление биоразнообразия и поверхностно обитающих видов, которые стали обильны в почвах с 1995 г., хотя их биоразнообразие составляло около 50% от исходного.

Показатели биоразнообразия очень динамичны – при исчезновении повышенной радиации даже такой насыщенный видами комплекс, как почвенная фауна, восстанавливается примерно через 2 года, а при продолжении действия радиационного фактора население почвы не восстанавливается и за 10 лет. Это можно наблюдать в Республике Коми на

почвах, загрязненных ^{226}Ra и ^{238}U , хотя участки загрязнения ничтожны по площади (0,5-2 м²) и полностью стерилизованы.

При длительном нахождении популяций животных в зонах антропогенного (радиоактивного и химического) загрязнения происходит ряд адаптивных изменений к этим неблагоприятным факторам, направленных на сохранение вида и поддержание биоразнообразия:

- 1) долговременное воздействие радиации и химических веществ может привести к отбору устойчивых генотипов, уже существующих в контрольных популяциях;
- 2) адаптация (отбор) может вести к потере генетической изменчивости;
- 3) адаптированные популяции имеют измененный (сокращенный) жизненный цикл и больший репродуктивный выход;
- 4) адаптации к химическим веществам и радиации проявляются в степени, а не в типе приспособленности.

Основу животного населения в зонах антропогенного загрязнения составляют радио- и химически устойчивые виды, временные поселенцы и мигранты (виды, проводящие в зоне загрязнения только часть жизненного цикла), а также популяции, поддерживающие свой уровень численности за счет постоянного притока необлученных особей извне.

Таким образом, животный и растительный – мир наиболее динамичный компонент ландшафта в зонах радиационного и химического загрязнения. Это позволяет использовать многие виды растений и животных в качестве биоиндикаторов качества окружающей среды и успешно вести биомониторинг на загрязненных территориях.

*Используемый на практическом занятии интерактивный метод:
«Learning Together»
Алгоритм*

- 1) Учебная группа студентов разбивается на группы по 3-5 человек.
- 2) Каждая малая группа получает одно подзадание какого-либо задания, с которым работает вся учебная группа.

Например:

1. Заполните пропуски в следующих утверждениях:

1. Мутация, вызывающая гибель клетки или особи, называется _____.
2. Мутационный груз – это появление больных за счет _____, которые сразу выявляются в каждом поколении.

3. Изменение частот генов в ряду поколений называется _____.
4. Сегрегационный груз обусловлен _____ в соответствии с законами Менделя.
5. В происхождении _____ определяющую роль играет генотип.
6. Метод изучения кариотипов человека называется _____.
7. Наука, связанная с конструированием *in vitro* новых комбинаций генетического материала, способного размножаться в клетке и синтезировать определенный продукт, называется _____.
8. Признаки, проявляющиеся в результате действия генов в определенных условиях среды, называются _____.
9. Одним из механизмов, снижающих частоту фенотипического проявления мутаций и биологических антимуtagenных факторов является _____ генотипа.
- 10.

В результате совместной работы малых групп достигается решение общего задания.

- 3) Оценивается работа малой группы в зависимости от достижений каждого студента. В этом случае задания в группах дифференцируются по сложности и объему.
- 4) Обязательным остается требование активного участия каждого члена малой группы в общей работе, но в соответствии со своими возможностями.

Контрольные вопросы

1. Проблемы сохранения биоразнообразия.
2. Динамика биоразнообразия в условиях радиоактивного загрязнения.
3. Генетические процессы в популяциях животных при антропогенном воздействии.
4. Искусственное воспроизводство природных популяций.
5. Воспроизводство сельскохозяйственных популяций.
6. Биоиндикация радиоактивных и химических загрязнений.
7. Особенности биоиндикационных характеристик органов и тканей

организма.

8. Организменный уровень биоиндикационной чувствительности.
9. Популяционно-видовой уровень биоиндикации.
10. Сохранение генофонда редких и исчезающих видов и пород сельскохозяйственных животных.
11. Роль аборигенных пород в создании новых форм животных.
12. Соотношения генетических и экологических факторов в процессе пороодообразования

Раздел 6. Фармакогенетика

Краткое содержание темы:

Фармакогенетика является разделом генетики, в задачу которого входит изучение генетических основ индивидуальных реакций организмов на лекарства, а также действия этих лекарств на генетический аппарат.

Впервые вопрос о том, что индивидуальная чувствительность людей к лекарственным препаратам обусловлена генетически, возник в 1952 г. У человека, больного малярией, применялся противомаларийный препарат *примахин*. При лечении возник тяжёлый гемолитический криз и развилась анемия. Выяснилось, что эти реакции обусловлены дефицитом фермента *глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы*. Ген, отвечающий за синтез этого фермента, расположен в X-хромосоме.

Термин «фармакогенетика» был предложен в 1959 г. Вогелем для описания роли генетических факторов в ответе на лекарственные воздействия. Предположения о связи необычной реакции на лекарственные препараты и пищевые продукты с биохимической индивидуальностью были сделаны впервые основателем биохимической генетики Гарродом и известным генетиком Хэлдайном, и к 1957 г. сформулированы Мотульски. Он предложил термин «фармакогенетика» для раздела гентики, который изучает генетический контроль метаболизма лекарств. Позднее к фармакогенетике стали относить также изучение тех наследственных болезней, симптомы которых проявляются или усиливаются при приёме некоторых лекарственных средств. В более общем виде ***фармакогенетика – это изучение генетической изменчивости, ассоциирующейся с дифференциальным ответом разных индивидуумов на приём лекарств.***

В 1999 г. Калов предложил понимать термин «фармакогенетика» в широком биологическом плане как науку, изучающую любую врождённую вариабельность ответа на воздействие ксенобиотика в любой группе живых существ. Фармакогенетика в узком смысле описывает лишь эффекты лекарств. Фармакогенетика в широком смысле слова есть экогенетика. В таком понимании она причастна ко всем проблемам взаимодействия генома и среды, в том числе и к возникновению болезней, связанных с внешним воздействием. Моногенные варианты наследования особенностей лекарственного ответа, описание которых и привело к возникновению этой науки, составляют лишь часть фармакогенетики, и различный ответ на воздействие ксенобиотика может быть связан с несколькими генами, кодирующими ферменты метаболизма, белки-транспортёры и молекулярные мишени.

Фармакогенетические исследования придали большой стимул работам в области изучения влияния окружающей среды на здоровье животных и человека. Применение фармакогенетических принципов изменило лицо исследований в этой области, ранее искавших объяснение эффектов внешнего воздействия в гомогенной популяции. Как только стала понятной связь наблюдающихся различий в лекарственном ответе с генетически обусловленными различиями в метаболизме лекарств, стало очевидным и значение этих ферментов (и других, причастных к переработке ксенобиотиков) в межиндивидуальных различиях в восприимчивости к повреждающим воздействиям химических факторов окружающей среды.

Известно, что эффективность действия различных лекарств на разных людей значительно отличается. Вся популяция людей может быть разделена на слабо-, сильно- и среднеотвечающих. Группа среднеотвечающих количественно является основной. Причинами различной чувствительности могут быть особенности метаболизма лекарств, различная способность лекарств связываться с мишенями для их действия, различия в количестве мишеней, различия в течении заболевания у разных лиц. Все эти причины в большей или меньшей степени обусловлены генетически. Кроме того, различия в ответе на лекарственные препараты могут быть обусловлены факторами внешней среды, такими как стиль жизни, диета, приём других медикаментов.

Общая схема метаболизма лекарств:

1-й этап. Лекарственный препарат попал в кровь. Происходит окисление лекарства с помощью цитохром Р-450-ферментов. Таких ферментов известно более 50. Для ряда генов этой системы выявлены полиморфизмы. Есть фермент CYP2D6. Ген, отвечающий за данный фермент, может быть представлен несколькими аллелями. Нулевой аллель этого гена ответственен за накопление лекарственных веществ (например, антидепрессантов) и обусловленную этим накоплением токсичность, а так же отсутствие лечебного эффекта от этих лекарств. К противоположному эффекту – сверхбыстрому превращению тех же–лекарств - предрасполагает другой аллель этого гена, который представляет собой копии (до 13) гена CYP2D6. Как любой полиморфизм, полиморфизм по генам ферментов, участвующих в метаболизме лекарств, а также других белков-мишеней лекарств, обладает отчётливым этническим своеобразием. У европейцев гомозиготы по нулевому аллелю гена CYP2D6 встречаются с частотой около 6 %, в то время как у американских негров – 2%, у монголоидов – менее 1%. Значительные межэтнические различия известны для частот аллелей в генах алкогольдегидрогеназы. Низкая активность метаболизма этанола,

обеспечиваемого алкогольдегидрогеназой, обусловлена гомозиготностью по аллелю гена этого фермента, при которой активность алкогольдегидрогеназы оказывается близкой к нулю.

2-й этап. Происходит сульфатирование, ацетилирование, глюкуронирование образовавшихся веществ. Также наблюдается полиморфизм.

3-й этап. Выведение из организма продуктов превращения лекарств. Обеспечивается в основном альбумином, а также Р-гликопротеидом. Имеется полиморфизм.

Очень важными в реализации ответа на лекарственный препарат являются так же белки-мишени. Известно около 500 молекулярных мишеней для лекарственного воздействия и несколько тысяч белков как потенциально новых мишеней. Гены, кодирующие данные белки, часто бывают полиморфны, что также определяет индивидуальные различия ответа на лекарства.

Моногенный контроль метаболизма лекарственных препаратов

Для 5 препаратов показан моногенный контроль их метаболизма. Первым из них был изониазид, который широко используют для лечения больных туберкулёзом. Все люди делятся на быстрых и медленных инактиваторов изониазида. В Европе 50 % людей – медленные инактиваторы. У быстрых инактиваторов уровень изониазида в крови, поднявшись после приёма препарата, снижается, у медленных – наоборот. В связи с тем, что у медленных инактиваторов изониазид длительно находится в крови, могут наблюдаться различные побочные эффекты. Медленные инактиваторы гомозиготны по рецессивному аллелю гена N-ацетилтрансферазы.

Метаболизм галотана также контролируется моногенно. У чувствительных к галотану лиц во время наркоза развиваются мышечная ригидность и гипертермия, которые, если не купируются, могут привести к смерти. Замедленная инактивация этого препарата наследуется как доминантный признак и встречается с частотой 1:10000. Злокачественная гипертермия, вероятно, гетерогенное состояние. Такая низкая частота гена, отвечающего за инактивацию галотана, в популяции может свидетельствовать о выраженном отборе против генов, обуславливающих злокачественную гипертермию. Но причина этого не ясна, поскольку о других проявлениях генов гипертермии ничего не известно.

Чувствительность к галотану широко известно в свиноводстве. У свиней описаны 3 синдрома стресса: синдром стресса (PSS), синдром

злокачественной гипертермии (MHS), синдром мягкого, экссудативного мяса (PSE). Чувствительность к синдрому стресса и злокачественной гипертермии может быть выявлена с помощью галотанового теста. У свиней чувствительность к галотану контролируется аутосомным рецессивным геном, пенетрантность которого равна 50 – 100 %. Этот ген является рецессивным по стрессустойчивости и качеству мяса и обладает аддитивным действием в отношении содержания постного мяса. Чувствительные к галотану свиньи имеют генотип $Hal^{n/n}$, а нечувствительные – $Hal^{N/N}$ или $Hal^{N/n}$. У разных пород частота галотан-позитивных животных изменяется от 0 до 96 %. У свиней пород бельгийский ландрас и пьетрен частота чувствительности к стрессу свиней достигает 93 – 96 %.

У пород свиней, разводимых в Западной Сибири, частота галотан-положительных животных в некоторых популяциях достигает 60 %.

У многих животных, чувствительных к галотану, мясо бледное и экссудативное, у них хуже воспроизводительная способность и жизнеспособность. Ставится задача: разрабатывать методы, в результате которых можно разорвать нежелательную корреляцию между более высоким процентом постного мяса у свиней, чувствительных к стресс-синдрому, и низкой воспроизводительной способностью и более высокой смертностью у этих же животных.

Селекция двух линий свиней породы швейцарский ландрас (лучшей и худшей) в двух противоположных направлениях по селекционному индексу, который включал толщину сала на спине, среднесуточный прирост, трансформацию корма и процент постного мяса, привела к изменению частоты аллелей Hal^n и Hal^N . В шестом поколении в лучшей линии положительная реакция на галотан была у 42 % животных, тогда как в худшей линии таких особей не выявлено. У свиней положительной линии был выше процент постного мяса, лучшая скорость роста, но хуже показатели качества мяса (рН, цвет).

В лучшей линии мясо плохого качества, с самым высоким процентом постного мяса, самая короткая длина туши были у свиней, гомозиготных по гену-галотанчувствительности, системам групп крови H и S. В худшей линии таких связей не установлено, так как там отсутствовали животные с положительной реакцией на галотан. Таким образом, селекция животных с учётом маркерных генов локуса Hal , систем групп крови H и S позволит значительно улучшить качество мяса и устойчивость к стресс-синдрому.

Один из показателей стресс-синдрома – симптомы врождённого мышечного тремора, наследуемость которого равна 0,4. Частота встречаемости симптомов тремора у свиней породы ландрас составляет 5 –

18 %, тогда как у пород йоркшир, гемпшир и дюрок – менее 1 %. Свиньи с симптомами тремора имеют более высокие среднесуточные приросты и длинное туловище, более постное мясо в сравнении с животными, у которых симптомов тремора нет.

Селекция свиней на устойчивость к галотану может увеличить плодовитость свинок на 0,4 поросёнка в помёте при рождении и на 0,13 поросёнка при отъёме.

Эти случаи замедленной деградации лекарственных препаратов и возникающих в связи с этим побочных реакций наследуются как менделевские признаки аут-рец или аут-дом. Это значит, что гены, ответственные за особенности метаболизма соответствующих лекарств, являются главными, и их проявление практически не модифицируется ни другими генами, участвующими в метаболизме указанных лекарств, ни внешнесредовыми факторами.

Генетический контроль метаболизма лекарственных препаратов

Уменьшение концентрации лекарств во времени может формировать кривую нормального распределения, и это свидетельствует о влиянии большого количества факторов – как генетических, так и негенетических – на метаболизм изучаемого препарата. В других случаях испытуемые делятся на 2-3 группы, и распределения показателя метаболизма лекарства в этих группах не перекрываются или перекрываются только частично. Такое распределение на 2-3 группы позволяет заподозрить, что метаболизм препарата находится под моногенным контролем.

Классификация наследственных заболеваний в соответствии с характером фармакологических эффектов.

1. Генетические нарушения, при которых резко возрастает фармакологическое действие лекарственных средств. Они наблюдаются при недостаточности ряда ферментов, например, сывороточной псевдохоллинэстеразы. Недостаточность сывороточной псевдохоллинэстеразы в некоторых популяциях людей выявляется с частотой 1:3000. После применения миорелаксанта *дитилина*, который расщепляется этим ферментом, у таких людей наблюдалось удлинённое расслабление скелетных мышц и остановка дыхания. Причиной падения интенсивности расщепления дитилина является снижение сродства к нему псевдохоллинэстеразы. Выделено несколько атипичных вариантов этого фермента, наследуемых в соответствии с законом Менделя. Нормальную псевдохоллинэстеразу кодирует аллельный локус E^u , а атипичную – аллели E^f и E^s . У гомозигот E^uE^u гидролитическая активность фермента нормальная, так же как у

гетерозигот $E^u E^f$ и $E^u E^s$. Наиболее продолжительный паралич мышц и апноэ (остановка дыхания) наблюдается у лиц с генотипом $E^s E^s$. В связи с этим у людей, которым предполагается вводить дитилин, необходимо тщательно собрать анамнез относительно чувствительности к этому препарату, а также провести предварительное исследование активности псевдохолинэстеразы. Большинство из этих дефектов наследуются аутосомно-рецессивно.

2. Генетические нарушения, при которых действие лекарственных средств снижается или не проявляется. В эту группу входят различные дефекты ферментных систем, приводящие к развитию толерантности (устойчивости) организма к лекарственным средствам. Так, например, у больных с дефицитом каталазы применение раствора H_2O_2 для обработки раневой поверхности не является эффективным, поскольку не происходит разложения этого вещества с выделением молекулярного кислорода. В то же время токсичность метанола у них проявляется в меньшей мере, но возрастает влияние других спиртов. Большинство из этих дефектов наследуются аутосомно-рецессивно.

3. Генетические нарушения, при которых резко возрастает токсичность лекарственных средств. К этой группе относится недостаточность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы и др., нестабильные формы гемоглобина, злокачественная и доброкачественная гипертермия на средства для наркоза. У людей, страдающих указанными дефектами, наблюдается развитие гемолитического криза из-за массовой гибели эритроцитов при приёме противомаларийных средств, анальгетиков, аспирина, сульфаниламидных препаратов, фуразолидона, фурадонина, левомецетина и др. При приёме указанных лекарств может наступить летальный исход вследствие быстрого разрушения большого количества эритроцитов. Смерть таких людей может наступить также при приёме средств для наркоза. У отдельных лиц при введении этих лекарств возникает гипертермия. Генетические нарушения, относящиеся к третьей группе, чаще всего наследуются по аутосомно-доминантному типу.

4. Наследственные заболевания, при которых проявляется провоцирующее действие лекарственных средств. К ним относятся первичная подагра, вызванная наследственными нарушениями обмена пуринов. Подагра усиливается при приёме этанола. При наследственной гипербилирубинемии (синдром Жильбера) происходит повышение содержания билирубина в результате приёма некоторых антибиотиков, левомецетина, парацетамола, этанола. В связи с приёмом аспирина может возникать кровоточивость, наследуемая по аутосомно-доминантному типу.

Заболевания, входящие в эту группу, наследуются по аутосомно-доминантному либо аутосомно-рецессивному типу.

Наряду с патологическими реакциями на лекарственные средства описаны также фармакогенетические особенности некоторых людей, связанные с изменениями в выведении отдельных веществ из организма либо с повышенной способностью ощущать те или иные вещества, находящиеся в пище или в окружающей среде.

Так, способность определять вкус фенилтиокарбамида как очень горького вещества обусловлена генами, наследуется как аутосомно-доминантный признак и связана с активностью фермента тирозиназы в слюне. Частота его колеблется от 98% (американские индейцы) до 67 % (жители Европы) и отсутствует у аборигенов Африки и Южной Америки.

Способность ощущать миндальный запах синильной кислоты обусловлена рецессивным геном, сцепленным с полом. У мужчин эта особенность встречается в 4 раза чаще, чем у женщин.

Существует много трудностей в интерпретации результатов. Достаточно ли обнаружить мутантный аллель? Нет, так как неясно, каков продукт мутантного аллеля: дефектный белок со сниженной или повышенной активностью, или отсутствие белка и даже транскрипта. Во-вторых, метаболизируется ли данное лекарство только одним ферментом (это бывает редко), либо в его превращении участвуют несколько ферментов. В таком случае даже при наличии мутантного аллеля мы не можем увидеть существенных отличий по фармакокинетическим показателям. Лишь обнаружение мутантного аллеля, неспособного экспрессировать соответствующий белок (отсутствие белка или неактивный белок) и точные знания о метаболизме конкретного лекарства позволят ограничиться только генетическими исследованиями. Много трудностей возникает при анализе аллельных вариантов, продуктами которых являются белки с пониженной активностью, так как очень мало известно о кинетических параметрах таких белков.

В настоящее время ежегодно к 2 млн. уже зарегистрированных химических веществ добавляется примерно 25 000 новых, из которых около 500 внедряются в практику в виде лекарственных средств, пищевых добавок, пестицидов, соединений, используемых в промышленности. Как показали экспериментальные исследования, часть из этих веществ может индуцировать мутации, проявлять тератогенный и канцерогенный эффект. В связи с увеличением концентрации токсических веществ в биосфере, а также ростом количества фармакологических средств, применяемых для лечения соматических и инфекционных заболеваний, стали чаще выявляться нарушения соответствующих биохимических процессов в организме

различных индивидуумов. Фармакопейным комитетом предъявляются высокие требования к контролю за новыми лекарственными средствами, в частности, должна быть исключена не только возможность провоцирующего действия лекарств в отношении обострения того или иного наследственного заболевания, но также и их мутагенных, канцерогенных и тератогенных свойств.

Фармакогенетика располагает сегодня большим количеством экспериментальных методов для оценки указанных эффектов. Основными биологическими объектами являются микроорганизмы, растения, дрозофилы, млекопитающие (лабораторные), соматические клетки человека. Как правило, для исследования того или иного вещества рекомендуется использовать несколько тест-систем. Однако специфичность человека и сельскохозяйственных животных как биологических объектов, уникальность их метаболизма, многообразие средовых компонентов, с которыми они контактируют, не всегда позволяют сделать окончательное заключение о генетической значимости отдельных веществ.

Вопросы к коллоквиуму

1. Понятие «фармакогенетика».
2. Фармакогенетика. Моногенный контроль метаболизма лекарственных препаратов.
3. Генетический контроль метаболизма лекарственных препаратов.
4. Полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков.
5. Патологические реакции на лекарства.
6. Лекарственная устойчивость микроорганизмов.
7. Устойчивость к антибиотикам, содержащим β -лактомное кольцо.
8. Устойчивость к хлорамфениколу, тетрациклину.
9. Ветеринарная фармакогенетика.
10. Лекарственная устойчивость вирусов.
11. Антивирусная терапия: основные группы препаратов и механизмы их действия.
12. Феномен лекарственной устойчивости
13. Фармакогенетика — дифференциальная реакция организмов на действие лекарственных препаратов.
14. Скрининговые и арбитражные методы определения в кормах, кормовых добавках и пищевой продукции содержания запрещенных стимуляторов роста животных, лекарственных средств, токсичных элементов, пестицидов, полихлорированных бифенилов, диоксинов, микотоксинов, радионуклидов, ферментов, консервантов, ароматизаторов, антиоксидантов, красителей и других ксенобиотиков.

Раздел 7. Экология и деятельность человека

Краткое содержание темы:

Практически все экосистемы планеты затронуты деятельностью человека, во многих районах земли преодолён порог самозащиты природы. Люди научились создавать искусственную среду обитания. Но ведь она, по существу, воспроизводит естественные жизненные условия человека, ибо в силу своих биологических особенностей он не в состоянии жить и действовать в экологически чуждых средах.

На состоянии человека отражается любое изменение внешних условий, будь то температура, влажность или атмосферное давление, химический состав воздуха или воды.

Биологическая же структура человека ограничивает его адаптацию к сколько-нибудь существенному колебанию параметров внешней физической среды, а тем более к таким средовым факторам, с которыми и он не взаимодействовал в ходе длительной эволюции вида и, соответственно, к которым у него не вырабатывались необходимые адаптационные механизмы. Поэтому выход за рамки привычного фона естественных факторов неизбежно ведёт к нарушению здоровья людей.

В настоящее время стихийное развитие взаимоотношений с природой представляет опасность для существования не только отдельных объектов, территорий стран и т.п., но и для всего человечества. Это объясняется тем, что человек тесно связан с живой природой происхождением, материальными и духовными потребностями, но, в отличие от других организмов, данные связи достигли таких масштабов и форм, что это может привести к практически полному вовлечению живого покрова планеты (биосферы) в жизнеобеспечение современного общества. Это поставило человечество на грань экологической катастрофы. В большей части экологическую ситуацию нарушает антропогенное воздействие.

7.2.АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Антропогенное воздействие – это деятельность, связанная с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и других интересов человека, вносящая физические, химические, биологические и другие изменения в окружающую природную среду.

Человек и природа, как известно, связаны друг с другом не только как часть и целое, но прежде всего как объект и субъект. Человек не просто приспосабливается к среде, а активно преобразовывает её.

Благодаря целенаправленной деятельности людей становятся творцами своих собственных жизненных условий. Тем самым они формируют новое состояние, «вторую природу», которая вносит перемены в осуществление биологических процессов в человеческом организме, в том числе и патологических. Эти процессы в их новом качестве уже нельзя рассматривать в полной мере как естественные, собственно биологические. В данном виде они выступают как социально обусловленные, опосредованные действием социальных и экономических факторов.

Порой негативные проявления во взаимоотношениях общества и природы, некомпетентное использование достижений науки и техники обостряют экологическую ситуацию, вызывают нежелательные последствия в окружающей среде, трансформируют структуру заболеваемости. В результате у отдельных индивидуумов возникает экологическое напряжение или утомление. Это явление исследуется с учётом приоритетности факторов, влияющих на организм человека.

Разработка вопросов экологии человека предполагает интеграцию целого ряда разделов науки о человеке и окружающей среде, формирование новых критериев развития науки и техники, определение такого состояния окружающей среды, которое отвечало бы нормальной жизнедеятельности людей. Экологию человека следует рассматривать как некоторую междисциплинарную интегративную дисциплину, в которой сконцентрирована методология решения всего круга проблем, связанных с взаимодействием человека и среды его обитания. Анализируя экологические проблемы, можно адекватно понять взаимосвязь между социальными факторами и природной стороной существования человека.

В результате научно-технического прогресса, с одной стороны, произошло существенное снижение заболеваемости и повышение средней продолжительности жизни в результате роста производственных сил общества, прогресса медицины и смежных отраслей научного знания. Человечество постепенно и неуклонно избавляется от всё большего числа патологических последствий воздействий природной и социальной среды.

С другой стороны, воздействие человека на природную среду: загрязнение атмосферы, гидросферы, биосферы – вызывает метаморфозы в структуре заболеваемости.

Борьба с «болезнями цивилизации» должна строиться с учётом воздействия общества на природу. И медицина должна обеспечить здоровье людей в условиях постоянного изменения медико-экологических стандартов жизнедеятельности.

Техногенное загрязнение окружающей среды и его последствия

К концу XX в. загрязнение окружающей среды отходами, выбросами, сточными водами всех видов промышленного производства, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов приобрело глобальный характер и поставило человечество на грань экологической катастрофы.

Источники загрязняющих веществ разнообразны, а виды отходов и характер их воздействия многочисленны. Огромный вред наносят водным ресурсам сточные воды целлюлозно-бумажной, пищевой, деревообрабатывающей, нефтехимической промышленности. Развитие автомобильного транспорта привело к загрязнению атмосферы городов тяжёлыми металлами и токсичными углеводородами. Массовое применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений привело к появлению ядохимикатов в атмосфере, почве и природных водах.

Жители больших городов страдают от чрезмерного загрязнения воздуха, в результате чего заводские районы становятся непригодными для проживания. Статистические данные свидетельствуют о том, что окружающая среда в ряде крупных промышленных городов (Магнитогорск, Новокузнецк) находится в катастрофическом состоянии.

Горнодобывающая промышленность. Геологическая деятельность человека превосходит по мощности природные процессы и приводит к резкому ухудшению экологической обстановки. Массовые взрывы на карьерах являются очень крупными источниками пыли и ядовитых газов. Ведение горных работ открытым, наиболее дешёвым, способом приводят к ландшафтным нарушениям, которые соизмеримы с последствиями крупных природных катастроф.

Теплоэнергетика. В теплоэнергетике источником массированных атмосферных выбросов и отходов являются теплоэлектростанции и любые промышленные предприятия, работа которых связана со сжиганием топлива (нефть, уголь, торф).

Добыча и переработка нефти. Основным источником загрязнения нефтью и нефтепродуктами почв и поверхностных вод суши является нефтепромысел. Причиной загрязнений бывают как правило, грубые нарушения технологии добычи и переработки нефти и нефтепродуктов, а также различные аварийные ситуации, при которых происходят разливы нефти, нефтепродуктов и вод, содержащих нефть. Своего рода «залповыми» выбросами нефтепродуктов в биосферу стали аварии нефтеналивных судов при столкновениях, посадке на мель.

Атомная промышленность. Развитие атомной промышленности, ядерной энергетики и применение радиоактивных изотопов неизбежно

приводят к повышению уровня радиации окружающей среды. Весьма опасным источником радиоактивного загрязнения являются аварии на предприятиях, вырабатывающих атомную энергию.

Детергенты в природных водах. Детергенты это поверхностно-активные вещества, употребляемые в промышленности и быту как моющие средства и эмульгаторы; они относятся к числу основных химических веществ, загрязняющих поверхностные воды. Присутствие детергентов резко ухудшает органолептические свойства воды, изменяет ее химический состав, угнетающе действует на биоценозы водной среды.

Радиоактивные отходы и выбросы. Весьма опасным видом воздействия на биосферу является радиоактивное излучение. Этот вид загрязнения окружающей среды появился лишь в начале XX в. Вредное действие ядерных излучений на живые организмы было констатировано вскоре после открытия радиоактивного распада элементов. Возможность радиоактивного облучения людей и природной среды неизмеримо возросла в последние десятилетия.

Реальные выбросы почти во всех случаях значительно ниже допустимых. Однако необходимо учитывать, что даже при низких концентрациях радиоактивных продуктов в выбросах предприятий атомной энергетики их накопление в результате систематических выпадений может привести к негативным последствиям.

Наконец, особое внимание уделяется в настоящее время явлению радиоактивности. Современная медицина связывает распространение многих инфекций и хронических заболеваний с повышением радиационного фона на Земле, или с так называемыми «малыми» дозами облучения.

Экотоксикологические исследования воздействия предприятий *цветной металлургии* на почвенный и растительный покров за последние годы позволили оценить изменения природной среды вблизи источников загрязнения, изучить степень неблагоприятного воздействия и наметить пути преодоления опасных токсикологических ситуаций.

Зоны высокой степени загрязнения почв, их размеры и протяжённость тесно связаны с векторами розы ветров. Рельеф, городские постройки изменяют направление и скорость движения приземного слоя воздуха.

Воздействие химически загрязняющих веществ на человека подразделяется на два вида:

1) *специфическое*, приводящее к возникновению определённых заболеваний в результате избирательного воздействия на органы и системы организма;

2) *неспецифическое*, при котором действие элементов способствует развитию болезни.

Общетоксическое действие высоких доз тяжёлых металлов на человека или животных приводит к поражению важнейших систем организма.

Химические загрязняющие вещества избирательно накапливаются в органах и тканях человека и животного. Наибольшую опасность представляет возможность проявления негативного воздействия на организм через десятилетия и в последующих поколениях.

7.3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В МИРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ И В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Земледелие в Сибири, как и по всей стране, испытало повсеместное насаждение травопольной и пропашной систем, неоднократные попытки тотальной ликвидации трав, противостояние минимизации обработки почвы и пахоты с почвоуглублением, рекомендации по гребнистой зяби, ранним и сверхранним срокам сева.

Столь же парадоксальным явлением в земледелии Сибири можно считать повсеместную распашку целинных и залежных земель, в том числе низкопродуктивных засоленных комплексов, эрозионноопасных степных ландшафтов, непригодных к вовлечению в пашню, как и последующее перенасыщение этих земель зерновыми культурами и прежде всего пшеницей. Такое хозяйствование нанесло большой вред экологии. В лесостепи вывернутые на поверхность столбчатые солонцы превратились в бесплодные пустоши, в южной местности и степных районах активизировались эрозионные процессы, сопровождающиеся пыльными бурями.

Деграцию почв и ландшафтов, эрозионные процессы нельзя остановить без освоения почвозащитной системы земледелия как условия экологической устойчивости агроландшафтов, которую, в свою очередь, нельзя освоить без применения химических удобрений, мелиорантов, средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Чтобы преодолеть эти противоречия, необходимо увеличить объем применения средств техногенной интенсификации (в рамках экономической целесообразности и экологической устойчивости), позволяющей полнее реализовать потенциал продуктивности растений, расширить возможности их адаптации к условиям агроландшафтов. Следовательно, экологизация земледелия предусматривает, прежде всего, почвозащитную обработку. Оба эти процесса тесно сопряжены, взаимосвязаны, их практическая реализация возможна лишь при достаточно широком научном обосновании применения средств химической

защиты с учетом экологических ограничений. В то же время использование химических средств, не соответствующих системам земледелия, при несовершенстве технических средств и технологий их внесения приводит к загрязнению продукции и окружающей среды, что же касается альтернативной системы, так называемого биологического земледелия, которое нередко понимается как полный или частичный отказ от применения промышленных агрохимикатов, то некоторое подобие его имеет самое широкое распространение лишь в практике отсталых стран, в том числе и в нашей стране в связи с резким сокращением объемов применения минеральных удобрений и недоступностью их нашему агропроизводителю в результате сложившейся ценовой политики.

Отказ от применения агрохимикатов в земледелии ничего общего не имеет с научным пониманием его биологизации. По сообщениям Г. Канта, в ФРГ при строго экологической ориентации сельского хозяйства, преобладании принципов биолого-экологического направления в стане ежегодно используется 250 тыс. т пестицидов и других опасных для окружающей среды соединений, т.е. биологизация земледелия в Западной Европе рассматривается в непосредственной связи и сопряженности с процессом его химизации.

Отказ от применения средств химизации в сельском хозяйстве – на самоцель при переходе к биологическому земледелию. Значительно важнее изыскание путей и средств их замены на методы адекватного действия, в основе которых лежат неисчерпаемые, нередко скрытые от человека, еще не познанные возможности растительного мира.

Сегодня круг неиспользованных ресурсов известных научных положений, методов и приёмов, несомненно, открывает определенные возможности биологизации земледелия, разумеется, еще большие за пределами наших знаний. Например, до сих пор ученым не удалось обнаружить азотфиксацию у злаковых и создать сорта зерновых, способных к утилизации, усвоению азота воздуха. В этом мы видим глобальную проблему, решение которой сможет открыть широкую возможность биологизации земледелия. Сегодня в мире большие претензии предъявляются селекционерам. Устойчивость сортов зерновых культур к полеганию, болезням и вредителям, как и способность к азотфиксации, должны стоять в ряду приоритетных направлений. Решение этих задач позволит значительно сократить объем применения средств защиты растений, азотных удобрений и обеспечить постепенный переход к биологическому земледелию.

Из известных возможностей сегодня недостаточно востребована азотфиксация многолетних и однолетних бобовых культур, которые при

более широком использовании могли бы заменить в определенных пределах минеральный азот. В этом плане первостепенный интерес представляют минеральные и органические удобрения. Упрощенное понимание биологизации, связанное с отказом или сокращением объемов применения агрохимикатов в растениеводстве, при современном багаже знаний способно лишь усложнить решение задач продовольственной безопасности населения с непредсказуемыми экологическими последствиями, деградацией почв и потерей их потенциального плодородия.

В последние годы уделяется повышенное внимание поиску биологически активных веществ, разработке биологических средств защиты растений, позволяющих сократить применение агрохимикатов, но успехи в этом направлении довольно спорные. Одним из заслуживающих внимания является метод ловчих растений для защиты капустовых культур, открывающий огромные возможности для сокращения химических средств защиты растений в овощеводстве и при возделывании многих масличных, прежде всего ярового рапса.

Химическая защита растений на старых традиционных принципах (в расчете на полное уничтожение вредных организмов – вредителей, сорняков, возбудителей заболеваний) до сих пор не способствовала формированию высокопродуктивных агроценозов: устойчивость вредных организмов повышается, болезнетворные начала мутируют, адаптируются, затраты на создание более совершенных средств защиты систематически растут, а их эффективность неуклонно снижается.

Уместно вспомнить настораживающие прогнозы академика А.Ф. Жученко о том, что «Стратегия на уничтожение вредных видов с помощью инсектицидов бесперспективна ... она обрекает человечество на все ужесточающуюся борьбу, неизменно связанную со все возрастающими затратами невозполнимой энергии и загрязнением окружающей среды». Это означает, что если химическую промышленность всего мира направить на разработку отравляющих веществ для уничтожения вредных видов, то человечество окажется бессильным перед их живучестью, встанет на путь самоуничтожения. В любой ситуации, даже при самых эффективных средствах борьбы, сокращаются, выживают, адаптируются единичные особи, потомство которых (обычная муха) способно через месяц опоясать земной шар.

Метод ловчих культур – это такая концепция в защите растений, которая предусматривает переход от стратегии уничтожения вредных видов к стратегии регулирования фитосанитарного состояния посевов на основе понимания механизма биоценологических отношений в агроценозах

капустовых культур между специфическими вредителями и кормовыми объектами. Этот метод предусматривает обработку инсектицидами только ловчих культур, более привлекательных для вредителя в качестве корма, которые занимают по периметру не более 10% основной площади, что значительно снижает токсикологическую нагрузку на природу, экономит технические ресурсы, гарантирует надежную защиту растений, экологическую чистоту окружающей среды и конечной продукции, а главное, указывает направление, стимулирует творческий поиск методов и приемов на пути биологизации земледелия.

При возделывании капусты серьезный вред наносит капустная белянка. Из практики известно, что она избегает некоторые сорта капусты зарубежной селекции, имеющие желтый восковой налет на верхних листьях. Не исключено, что рассредоточенное размещение таких растений на общей плантации капусты будет способствовать отпугиванию насекомых.

Известно, что при возделывании гороха нередко приходится прибегать к его защите химическими средствами от гороховой тли. В то же время замечено, что возделывание гороха в смеси с зерновыми культурами (пшеница, ячмень) практически исключает вредоносность этого насекомого. Совместные (смешанные) посевы сельскохозяйственных культур, применяемые в практике на различных плантациях, рассматриваются, прежде всего, как средство биологической защиты растений и интенсификации производства в целом, как один из эффективных приемов оптимизации использования возобновляемых природных ресурсов, прежде всего приходящей на землю фотосинтетической активной радиации.

Альтернативное биологическое земледелие на Западе не имеет широкого распространения. Отказ от агрохимикатов и даже незначительное снижение объемов их применения в технологическом процессе сопровождается снижением уровня производства. Это не устраивает товаропроизводителей. Не решают проблему и ценовые добавки на экологически чистые продукты. Объемы применения химических средств в сельском хозяйстве остаются довольно высокими. В Германии на фоне минимальной обработки почвы практикуют 3-4 азотные подкормки в комплексе с ретардантами, фунгицидами, пестицидами. В США, в отличие от Германии, азотные подкормки совмещают даже с гербицидами. При этом идет процесс вытеснения плуга и перехода на минимальные обработки почвы.

В странах дальнего зарубежья (Австралия, Южная и Северная Америка, Англия) процессы минимизации известны как технология консервирующей обработки почвы, предусматривающая отказ от традиционной вспашки и переход на поверхностное мелкое рыхление с сокращением стерни, что

гарантирует снижение энергетических и финансовых затрат, безопасность в отношении дегумификации почв, водной и ветровой эрозии.

Как отдельные варианты «консервирующей» технологии за рубежом рассматриваются посев по предупольной обработке под культиватор, фрезу или дисковую борону и прямой посев по стерне. В первом случае используются комбинированные почвообрабатывающие посевные машины, во втором – специальные сеялки для прямого посева. В обоих случаях это прежде всего приемы минимализации, экологизации и ресурсосбережения в земледелии. Прямой посев также рассматривается как разновидность минимальной обработки и представляет собой посев культур по стерне без какой-либо предварительной ее обработки, за исключением нарезки мелких борозд сошниками сеялки для размещения семян. Чаще всего этим приемам сопутствует применение почвенных гербицидов, особенно при проведении прямого посева по стерне. В Англии разработана специальная технологическая схема «опрыскивание – посев», которая распространилась в Австралии, странах Юго-Восточной Азии, Японии. Эта же система широко применяется в Северной и Южной Америке. По ней возделываются не только зерновые, но и кукуруза, соя, рис. При этом обработка почвы заменяется внесением почвенных гербицидов до посева или до всходов, в необходимых случаях прибегают к опрыскиваниям по всходам. Эта технология апробирована у нас в научно-исследовательских институтах и получила высокую оценку. Необходимо лишь соответствующее ресурсное обеспечение. До посева, вместо культивации, или до всходов используются препараты сплошного спектра действия и их аналоги, на кукурузе в смеси с атразином и т.д. Препараты постоянно обновляются, приемы и методы внесения их внесения совершенствуются.

Повсеместно, где эрозия почвы на фоне традиционной обработки принимает угрожающий характер, фермеры переходят на полезащитные системы обработки. Единственным условием для этого является обязательное комплексное использование гербицидов, удобрений и других средств химизации.

Что означает термин «консервирующие обработки»? Микробиологические процессы, протекающие в почве при обработке, увязываются с уровнем нитрификации и дегумификации. Например, на черноземах Сибири в паровом поле по глубокой отвальной обработке в отдельные годы накапливается более 200 кг/га нитратного азота, из которых урожаем культуры вместо 25-30 ц/га усваивается в лучшем случае 100 кг. Свыше 100 кг освобожденного азота не используется по назначению, частично промывается в подпочвенные горизонты, попадает в грунтовые

воды, отравляя естественные водоемы. Нарастает опасность нитратного отравления всего живого, в том числе животных и человека. Еще более опасны для человека нитриты – продукты взаимодействия нитратов с активными элементами и катализаторами реакций соединения и превращения.

Известны работы, в которых утверждается, что нитратное загрязнение воды в колодцах на глубине 12 м превышает ПДК в 2 и более раз. В овощах, выращенных вблизи животноводческих комплексов, содержание нитратов превышает ПДК в 2, 7, 9 раз.

Можно предположить, что причиной загрязнения грунтовых вод нитратами стали высокие дозы применения минерального азота, однако, это исключено, так как до 1985 г. применение минеральных удобрений в Сибири было весьма ограниченным. Нитратный азот накопился в грунтовых водах в течение столетия за счет отвальной обработки почвы, частого и интенсивного парования, а также из-за скоплений навоза вокруг животноводческих помещений в общественных и индивидуальных хозяйствах. В отдельных районах и сегодня можно встретить такие стойбища с курганами навоза, сохранившимися до нашего времени еще с дореволюционного периода.

Источником нитратного загрязнения грунтовых вод могут служить территории вокруг рабочих поселков и районных центров, где в радиусе 5-10 км почвы вытаптываются скотом, лишены растительности, находятся практически под вечным паром. Сюда же следует отнести огромные территории солонцов в естественных кормовых угодьях и их вкрапления в пахотных землях на всей территории Барабы, где они обрабатываются, т.е. ежегодно паруются без растительности. Все эти территории являются потенциальными источниками накопления нитратов и загрязнения грунтовых вод.

Есть сведения, что избытки освобожденного азота в значительных количествах накапливаются в подпочвенных горизонтах на глубине 3-5 м. Разумеется, эти процессы длятся годами и столетиями и, несомненно, что большая часть «глубинного» азота безвозвратно утрачивается для зернового поля, хотя есть мнение, что часть его возвращается в слой с вертикальными токами воды. Особенно опасная ситуация складывается на легких почвах, где в паровом поле теряется в подпочвенных горизонтах до 84% освобожденного азота.

Из всего сказанного следует, что при возделывании зерновых серьезная угроза окружающей среде исходит от интенсивности обработки почвы. Комбинированные почвообрабатывающие посевные машины способны весь цикл работ свести к технологическим приемам. Такие машины

разработаны, изготавливаются и реализуются Сибирским агропромышленным домом.

Освоение новой комбинированной многофункциональной техники следует рассматривать как огромный вклад в почво- и природоохранные процессы на пути экологизации земледелия. Замедление темпов дегумификации и накопления избыточного освобожденного азота достигается через дезактивацию микробиологических процессов при освоении многофункциональных комбинированных почвообрабатывающих машин и орудий.

Минимизация обработки почв блокирует, тормозит процессы нитрификации, предотвращает избыточную минерализацию, «консервирует» органическую часть от разрушения, стабилизирует потенциальное плодородие почвы, обеспечивает ее высокую устойчивость к биологической, ветровой и водной эрозии, предупреждает деградацию и опустынивание природных ландшафтов, вносит элементы сбалансированности и гармонии в проблемы экологии, снижает опасность загрязнения грунтовых вод и токсикологические последствия. В планах исследователей усиление минимизации обработки почвы в паровом поле сопровождалось значительным снижением уровня накопления нитратного азота, и под второй культурой в период всходов уже ощущался нарастающий дефицит азота, особенно в северной лесостепи.

Минимизация оборачивается новой проблемой, которая обостряется с удалением от пара и при движении с юга на север, что требует компенсации азота за счет минеральных удобрений. По этой причине освоение минимальных и нулевых обработок без азотных удобрений утрачивает перспективу. Особенно проблематично оно с продвижением в северную лесостепь и подтаежные районы, где преобладает серые лесные, оподзоленные и дерново-подзолистые почвы, отличающиеся низкой биологической активностью, кислой реакцией среды. Хотя при высоком уровне химизации на этих почвах в целях защиты их от эрозии, сокращения труда и средств при отвальной обработке вполне возможен переход на минимальные и нулевые.

Во многих случаях, на всех типах почв, во всех отраслях и на всех континентах процессы минимизации обработки почв требуют нарастающего уровня химизации в связи с усилением дефицита азота и возрастающей засоренности полей, причем, эти процессы находятся в постоянной зависимости от уровня минимизации. В то же время в мире растет противостояние общественности усиливающейся интенсификации сельского хозяйства за счет техногенных перегрузок, увеличения объемов

использования невозобновляемых энергоресурсов Земли. Следует отметить, что химико-техногенная интенсификация земледелия оказалась доступной только экономически развитым странам мира, так называемому «золотому миллиарду», составляющему около 15% всего населения Земли. При этом на каждого жителя «золотого миллиарда» расходуется в 50 раз больше энергии исчерпаемых ресурсов и выбрасывается в атмосферу 77% загрязнителей.

Техногенная интенсификация растениеводства в разных странах мира сопровождается нарастанием экологических проблем, загрязнением ядовитыми отходами производства, остатками пестицидов и продуктами их метаболизма всей окружающей среды: пашни и прочих земельных угодий, воздушного океана, лесов, водоемов, продуктов сельскохозяйственного производства. Есть сведения, что остатки пестицидов обнаруживаются в моче, крови и грудном молоке кормящих матерей. Остаточное количество дуста обнаружили даже в мясе пингвинов. Установлено, что этот препарат обладает канцерогенностью, исключительной стойкостью, не разрушается и не выводится из организма, а к тому же прогрессивно накапливается во всех звеньях пищевой цепи, за счет чего доходит до Арктики, где он никогда не применялся.

В свое время с разработкой этого препарата, масштабами его производства и объемами применения разразился настоящий бум. Его применяли в неограниченных количествах в жилых помещениях и даже в медицинских учреждениях в борьбе с бытовыми насекомыми. В течение 30 лет широкое производство этого препарата ежегодно достигало 100 тыс. т. Однако экологическая безопасность препарата и его эффективность в дальнейшем оказались мифом. Препарат был запрещен к производству, хотя накопленные запасы его использовались позднее многие годы.

Сегодня нет уверенности в том, что рекламируемые и рекомендованные агрохимикаты нового поколения гарантируют безопасность жизненного пространства, не способны вызывать известные тяжелые заболевания человека и привести к новым, более опасным, неизвестным науке последствиям.

Темы к написанию статей, тезисов, докладов выступлений

1. Экология человека.
2. Антропогенные факторы.
3. Антропогенное воздействие.
4. Техногенное загрязнение окружающей среды.
5. Экологическая ситуация в мировом земледелии и в земледелии Западной

Сибири.

6. Экологическая ситуация в Новосибирской области.
7. Влияние радиации и химического загрязнения на здоровье человека.
8. Специфические отдаленные последствия.
9. Сокращение продолжительности жизни.
10. Теории сокращения жизни.
11. Генетические последствия облучения.
12. Последствия облучения плода. Канцерогенный риск.
13. Контроль качества и генетической безопасности кормов, кормовых добавок, пищевых продуктов.
14. Объективные причины антропогенного разрушения природной среды.
15. Безотходность «производства» в природе и «отходность» производственной деятельности человечества.
16. Синэкология и формирование полных экосистем с участием человека.
17. Тест–системы с использованием молекулярно-генетических методов для проведения идентификации и количественного определения каждого компонента, генетически модифицированных организмов (ГМО) в сырье, кормах, пищевой продукции и оценки их безопасности, а также исключению фальсификации нерецептурными компонентами растительного и животного происхождения.

Раздел 8. Цитогенетический, биохимический, гематологический мониторинг популяций сельскохозяйственных животных

Краткое содержание темы:

Важной эколого-биологической проблемой является анализ влияния вредных факторов среды на генетический аппарат сельскохозяйственных животных, их здоровье, продуктивность и качество продукции. В ряде хозяйств наблюдаются высокий падеж молодняка, низкая воспроизводительная способность поголовья, различные болезни и патологии животных, что значительно снижает уровень производства продукции. Истинные причины этого часто остаются невыясненными, а применяемые меры профилактики — малоэффективными.

Анализ состояния окружающей среды в таких хозяйствах свидетельствует зачастую о ее неблагополучии. В связи с этим назрела острая необходимость разработки объективных критериев оценки влияния окружающей среды и ее компонентов на геном животных. Разработка методов эколого-генетического мониторинга — это важный путь к эффективным методам профилактики болезней и аномалий животных.

Клеточные компоненты обладают различной чувствительностью к радионуклидам и химическим канцерогенам. Наиболее чувствительно к ним ядро клетки. В цитоплазме после облучения малыми дозами ее вязкость снижается, а при облучении большими дозами — повышается. В облученных клетках наблюдается набухание и увеличение размеров ядер, изменение их формы. Появляются гигантские ядра, некротические явления — пикноз и реже лизис ядер. При воздействии на организм животного ионизирующего излучения гемопоэтическая система и периферическая кровь претерпевают быстро наступающие изменения.

Гематологические показатели

Весьма характерной реакцией на лучевое воздействие является изменение числа лейкоцитов. При облучении животных среднететальными дозами наблюдается кратковременное незначительное уменьшение числа лейкоцитов, а затем через 6—8 ч их увеличение на 10—15 % от исходного уровня. К концу первых суток количество лейкоцитов резко снижается и удерживается на низком уровне. Изменение числа лейкоцитов связано с нарушениями костномозгового кроветворения и зависит от дозы и времени облучения. Наиболее радиочувствительными клетками крови являются лимфоциты, и при облучении количество их уменьшается в первую очередь,

начинает преобладать число малых лимфоцитов, появляются двухъядерные клетки. Количество нейтрофилов в начальной стадии после облучения увеличивается, а затем уменьшается. Фаза восстановления нейтрофилов развивается медленно и характеризуется началом репопуляции костного мозга. В хронических случаях радиационного воздействия часто развивается эозинофилия. Базофилы обладают высокой радиочувствительностью. При облучении количество их резко уменьшается, и они могут полностью исчезать из крови. Восстановительный период их относительно других форменных элементов крови затягивается. Число моноцитов при облучении изменяется значительно меньше других групп лейкоцитов. При воздействии на организм животных полулетальными дозами радиоизотопов в первые трое суток наблюдается увеличение количества эритроцитов и гемоглобина на 10—15 %, а затем на 15—20-е сутки эритроцитов становится меньше в 2—3 раза и более против нормы. Одновременно с количественными сдвигами наблюдаются морфологические и биохимические нарушения в эритроцитах. Увеличиваются их средние размеры, появляются пойкилоциты, клетки с пикнотическими ядрами. Изменения картины периферической крови при облучении являются следствием поражения гемопоэтической ткани. Нарушения процессов кроветворения связаны с реакцией костного мозга, лимфатической системы, селезенки и вилочковой (зобной) железы на воздействие радионуклидов.

В Западной Сибири, несмотря на сложность экологической обстановки, прежде всего связанную с загрязнением обширных территорий радионуклидами, изучение влияния их на интерьерные, в том числе и гематологические, показатели животных достаточно полно не проводилось. А.Г. Незавитиным в 1995г. сделана попытка анализа влияния малых доз радиоактивных изотопов на гематологический статус крупного рогатого скота в Западной Сибири. Исследования проведены в Новосибирской области в двух хозяйствах с содержанием в почве менее 20 Бк/кг цезия-137 (хозяйства №1 и №2), а также в хозяйстве с содержанием в почве 188 Бк/кг цезия-137 (хозяйство № 3). Гематологические показатели определяли у коров в возрасте старше 4 лет и у телят от 3 до 6 месяцев. Количество лейкоцитов у коров во всех трех хозяйствах было в пределах физиологической нормы. В хозяйстве с содержанием в почве 188 Бк/кг цезия-137 количество лейкоцитов у коров было выше на 21,2 %, чем у животных из хозяйств, содержащих в почве менее 20 Бк/кг цезия-137. У коров в хозяйстве № 3 отмечен лимфоцитоз. Количество лимфоцитов у животных здесь составляло 7,92 тыс./мкл, что на 32 % больше верхней границы физиологической нормы. У телят в этих же хозяйствах отмечена более значительная разница в

количестве лейкоцитов, лимфоцитов, а также эозинофилов и моноцитов. Количество лейкоцитов у телят в хозяйстве № 3 почти на 13,0 % превышало границу физиологической нормы и было в 2,1 раза выше, чем в менее загрязненных цезием-137 хозяйствах.

Количество моноцитов при воздействии радиоактивных изотопов на организм животного изменялось значительно меньше, чем число других групп лейкоцитов. Рядом исследователей (Белов, Киршин, 1987) отмечено, что при облучении животных содержание моноцитов в крови уменьшается. В исследованиях А.Г. Незавитина (1994) у телят из хозяйства № 3 содержание моноцитов в крови также было на 28,2 % меньше, чем у животных из хозяйств № 1 и 2. В то же время у коров из этих хозяйств разницы в содержании моноцитов не отмечено. Существенную разницу гематологических показателей у молодняка крупного рогатого скота из хозяйств с различной загрязненностью цезием-137 по сравнению с коровами можно объяснить меньшей адаптационной возможностью телят по сравнению со взрослыми животными.

Цитогенетические показатели

Цитогенетический анализ позволяет проследивать влияние мутагенов окружающей среды на популяции сельскохозяйственных животных, даёт возможность обнаружить аномалии кариотипа, что необходимо для слежения за генетическим грузом в популяциях животных.

Известно, что снижение плодовитости, стерильности, эмбриональная смертность, морфофункциональные нарушения связаны с аутосомными перестройками. Так, эмбриональная смертность здоровых свиней по причине хромосомных аномалий составила 10 %, яичниковая гипоплазия у самок связана с трисомией по X-хромосоме. Аборты, снижение жизнеспособности плода могут быть также связаны с анеуплоидией и тетраплоидией.

В нашей стране и за рубежом проводится цитогенетический мониторинг хряков – производителей, свиноматок и поросят с целью выявления и исключения из стада носителей хромосомных нарушений. Выбраковка из стада носителей транслокаций, которые способны передаваться потомству, позволяет не только предотвратить распространение аномалий, но и сэкономить хозяйствам значительные средства.

Б.А.Мкртчян и др. (1993) получили интересные данные о распространенности генетических aberrаций у крупного рогатого скота в зонах Алтайского края, подвергшихся радиационному воздействию при ядерных испытаниях на Семипалатинском ядерном полигоне. Частота хромосомных aberrаций в зонах с различной реализованной дозой радиации изучалась в 16 населенных пунктах 7 районов. В среднем 25,7 % животных

имели числовые или структурные аномалии кариотипа по всем зонам. Более высокие показатели структурных аномалий кариотипа отмечались в населенных пунктах Зерно Рубцовского района (66,6 %), Борисовка Угловского (39,9 %), Половинкино Рубцовского (34,7 %), Топольное Угловского (30,7 %). Указанные населенные пункты входят в зоны с реализованными дозами радиоактивного загрязнения от 7 до 100 бэр и более.

Количество животных с полиплоидией клеток крови увеличивалось при возрастании дозы радиации (от 16,6 % при дозе менее 7 бэр до 25,8% при дозе более 100 бэр). Химеризм клеток крови по половым хромосомам не указывал на выраженную связь с уровнем доз радиации, что согласуется с данными литературы о соматическом происхождении данной аномалии .

Центрические слияния хромосом (транслокация робертсоновского типа) были представлены в основном транслокацией 1/29. Изученное поголовье в единственной точке с дозой более 100 бэр (Топольное — 39 голов) дает основание сделать вывод об увеличении количества животных с транслокациями по сравнению с другими зонами (5,1 %). Прослеживалась коррелятивная зависимость частоты встречаемости транслокаций аутосом в зависимости от реализованной дозы. В зонах с дозами более 100 бэр выявлено 20,5 % животных с повреждениями хромосом, от 35 до 100 бэр — 19,8, от 7 до 35 бэр — 17,3, менее 7 бэр — 15,5 %.

Среди обследованных населенных пунктов максимальный показатель повреждений хромосом (39,2 %) был отмечен в п. Зерно Рубцовского района (от 35 до 100 бэр).

Полученные данные показывают выраженную тенденцию различий уровней хромосомной нестабильности в зависимости от реализованной дозы радиации. Некоторые исследователи связывают хромосомную нестабильность с реакцией генотипов на воздействие определенных мутагенных факторов, а также низкой активностью иммунной системы.

Биохимические показатели

Исследованиями М.Л. Кочневой. (2005) установлено у коров чёрно-пёстрой породы, разводимых в зоне радиационного следа Чебулинского подземного ядерного взрыва, снижение активности щелочной фосфатазы, содержания глюкозы, гемоглобина и повышение уровня общего белка. Повышенная концентрация белка сопровождалась при этом нарушением нормального соотношения кальция и фосфора. Повышенная активность щелочной фосфатазы способствует потере его и препятствует отложению кальция в костях. У животных в зоне радиационного загрязнения с увеличением содержания глюкозы выявлено снижение хромосомных

аббераций и увеличение геномных мутаций. Пониженное содержание глюкозы может вызвать энергетическое голодание клеток и приводить к включению резервных механизмов энергообеспечения. Одним из таких механизмов выступает липолиз, при котором наблюдается рост концентрации триглицеридов, фосфолипидов и холестерина. У коров в зоне радиационного загрязнения в отличие от контроля установлено пониженное содержание глюкозы наряду с повышенной концентрацией холестерина. Это свидетельствует о напряжённости углеводно-липидного обмена в этой группе животных.

При оценке биохимических показателей коров чёрно пёстрой породы, разводимых в зоне химического загрязнения, выявлено пониженное содержание белка в сыворотке крови коров. Дисперсионный анализ показал, что фактор зоны разведения животных занимает 14,5 % в общей изменчивости этого признака.

Одной из причин гипопроотеинемии является задержка солей и воды в клетках, что в свою очередь может вызвать разрывы клеточной мембраны. В зоне химического загрязнения установлена отрицательная связь между содержанием общего белка и гипоплоидией.

На фоне пониженного содержания белка в этой же зоне отмечено повышенное содержание трёх незаменимых аминокислот (изолейцин, лейцин, фенилаланин). Аналогичная закономерность установлена А.Г. Незавитиным и др. у коров, находящихся в зоне загрязнения цезием-137.

В условиях изменяющейся экологической обстановки необходима система долгосрочного слежения за динамикой интерьерных параметров животных, общие принципы которой заключаются в том, что при осуществлении биологического мониторинга важно учитывать большое количество признаков, характеризующих разные статусы животных, с установлением среднепопуляционных величин, размаха изменчивости и их сопряжённости. Объектами исследования могут явиться популяции животных, испытывающих разное селекционное давление и находящихся в разных условиях антропогенной нагрузки.

Вопросы к собеседованию:

1. Методические особенности цитогенетического анализа.
2. Современные модификации цитогенетических методов.
3. FISH-анализ.
4. Прикладные аспекты биохимических методов исследования.
5. Классические гематологические исследования и особенности

автоматического анализа. Интерпретация показателей, полученных с помощью гематологических анализаторов.

6. Влияние радиации и химических загрязнений на гематологический, цитогенетический и биохимический статус животных.
7. Цитогенетические показатели. Биохимические показатели.
8. Цитогенетические методы индикации мутагенных факторов среды.
9. Анализ частоты сестринских хроматидных обменов.
10. Спонтанная частота СХО у сельскохозяйственных животных.
11. Микроядерный тест.
12. Цитогенетический анализ метафизических хромосом.
8. Окружающая среда и наследственные болезни.

Раздел 9. Устойчивость пород разных видов животных к антропогенному загрязнению

Краткое содержание темы:

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных учёных свидетельствуют о том, что радионуклиды ^{90}Sr , ^{137}Cs , попадая в организм животных с водой, кормом и другими путями, способствуют повышению частоты миелоидных и лимфоидных лейкозов. При поступлении в организм небольших доз даже долгоживущих радиоизотопов возрастает частота миелопролиферативных нарушений у животных. С увеличением дозы сторонция – 90 у карликовых свиней возрастала частота лейкоза и миелоидной метаплазии соответственно до 59 и 54 % (Москалёв, 1991), причём миелоидные лейкозы доминировали над лимфоидными.

Появление и развитие злокачественных заболеваний животных используется в качестве биотеста, указывающего на полное несоответствие окружающей среды адаптационным возможностям организма.

Локализация злокачественных новообразований зависит от вида антропогенной нагрузки. Так, при хроническом действии электромагнитных полей характерны раковые заболевания кожи, мозга, грудных желёз. При действии радиации – канцерогенные заболевания крови – лейкозы. Выхлопные газы автотранспорта и аэрозоли угольной, нефтяной промышленности вызывают рак лёгких, тяжёлые металлы, пестициды, и органические загрязнения – рак желудка, печени и почек, полициклические ароматические соединения – рак мошонки.

Примером может служить ситуация с судаком, запущенным в 1963 – 1964 гг. в качестве промысловой рыбы в озеро Балхаш, на берегу которого находился один из крупнейших в Советском Союзе горно-металлургических комбинатов, сливавший все свои неочищенные отходы в озеро. Выпущенный судак интенсивно размножился. Являясь хищником, судак стал активно накапливать канцерогенные вещества, и в течение 1967 – 1969 гг. произошло массовое поражение данного вида рыбы злокачественными новообразованиями на голове, спине, брюшной стороне, видимое невооружённым глазом.

Примером, иллюстрирующим заболеваемость сельскохозяйственных животных в условиях радиационного загрязнения являются исследования А.Г. Незавитина (1994-1996 гг.). Плотность загрязнения территории Западной Сибири радионуклидами естественного и искусственного происхождения неодинакова. В Алтайском крае она составляет от 10 до 50 бэр, в

Новосибирской области – от 5 до 10 бэр, в Кемеровской – от 3 до 5 бэр, в Томской области – от 2 до 3 бэр. В результате изучения инфицированности крупного рогатого скота вирусом лейкоза крупного рогатого скота было установлено, что частота онкорнавирусной инфекции не повышается при более высокой плотности загрязнения территории радионуклидами. В Алтайском крае при самой высокой в регионе загрязнённости ^{90}Sr , ^{137}Cs и другими радиоизотопами инфицированность животных ВЛКРС была самой низкой в Западной Сибири и составила 12,2 %, тогда как в Кемеровской, Томской и Новосибирской областях при меньшей плотности загрязнения частота инфицированности составила соответственно 17,2; 18,2 и 20,0 %.

Однако заболеваемость крупного рогатого скота лейкозом была самой высокой в Алтайском крае – 4,5 % и в Новосибирской области – 3,5 %; в Тюменской, Кемеровской и Омской областях она составляла соответственно 1,3; 1,4 и 1,5 %.

В районах Новосибирской области с разной плотностью загрязнения радионуклидами отмечены также существенные различия в заболеваемости крупного рогатого скота лейкозом. В районах, где загрязнённость территории радионуклидами была менее $0,6 \text{ Ки/км}^2$, заболеваемость крупного рогатого скота лейкозом составила 2,0 %; в районах с загрязнённостью $0,6 - 1,10 \text{ Ки/км}^2$ – 3,5 %; в районах с загрязнённостью $1,11 - 5,5 \text{ Ки/км}^2$ – 4,2 %. Таким образом, в самых загрязнённых районах заболеваемость крупного рогатого скота лейкозом была на 20 % выше чем в районах с низкой загрязнённостью, и в 2, 1 раза выше чем в районах с наименьшей загрязнённостью.

Рост заболеваемости лейкозом крупного рогатого скота при повышении плотности загрязнения территории радионуклидами можно объяснить тем, что при этом может снижаться иммунокомпетентность организма, и на фоне иммунной недостаточности, при наличии в организме генетической предрасположенности, вирус лейкоза полнее проявляет свои патогенетические свойства.

Получены данные о значительном возрастании числа опухолей у облучённых собак (Москалёв, 1991). Отмечено значительное увеличение злокачественных новообразований ретикулярной ткани: миелоидных лейкозов, эритролейкозов и других миелопролиферативных заболеваний различной степени дифференцировки и гистологического происхождения.

Радиационно и химически загрязнённые территории характеризует не только повышенный фон злокачественных новообразований, у животных возникают разнообразные аллергические, дистрофические, воспалительные процессы, иммунодефицитные состояния, увеличивается поражённость гельминтами мышевидных грызунов, птиц, рыб.

Для общей оценки паразитарной обстановки в зонах с повышенным радиационным или химическим загрязнением наиболее удобным объектом являются паразиты грызунов. В Брянской области на загрязнённых радионуклидами участках у рыжей полёвки общая заражённость составила более 90 %, нематодами более 80 %, заражённость цестодами – до 60 %. В Гомельской области на загрязнённых территориях отмечено возрастание гельминтозной инвазии у птиц.

В природе нет ни одной экосистемы, в которой процессы саморегуляции жизни не проходили бы без участия болезнетворных возбудителей и условно-патогенных организмов. Включение во взаимоотношения паразита и хозяина нового фактора, которым может являться неблагоприятная антропогенная нагрузка, усложняет взаимодействие между паразитом и хозяином, изменяет резистентность хозяина, устойчивость популяции, которая определяется её численностью, генетической изменчивостью и условиями среды.

Границы, внутри которых возможно приспособление животных к окружающим условиям различны для организмов в отношении отдельных воздействующих экологических факторов: к каким-то антропогенным воздействиям животные приспосабливаются лучше, к каким-то хуже. Однако адаптационные возможности живых организмов не бесконечны. Нарушение установившегося в процессе эволюции равновесного взаимодействия между организмом и средой отражается в повышении заболеваемости животных на загрязнённых территориях.

В селекционные программы по совершенствованию пород сельскохозяйственных животных традиционно включается оценка наиболее важных хозяйственно полезных признаков, при этом недостаточное внимание уделяется изучению интерьерных параметров, использование которых позволило бы успешнее осуществлять подбор и в целом контролировать селекционный процесс по созданию популяций животных, устойчивых к загрязнению среды.

В настоящее время у некоторых видов сельскохозяйственных животных уже достигнуто или в недалёком будущем будет достигнуто биологическое плато по многим селекционируемым признакам. Возможно, скоро будет пересмотрена и стратегия селекции животных, при этом основными селекционируемыми признаками будут резистентность к болезням, стрессам, экологически неблагоприятным факторам. Но уже сейчас в связи с назревающей проблемой потребления человеком экологически безопасной продукции животноводства всё острее становится проблема повышения устойчивости животных к чрезмерным

антропогенным нагрузкам. Поэтому актуальным является вопрос эколого-экономического плато продуктивности, которое будет ниже биологического плато.

Сейчас уже имеются и в дальнейшем будут получены выдающиеся животные с уникальными генотипами, обуславливающими высокую продуктивность, жизнеспособность, устойчивость к заболеваниям, приспособленность к условиям среды, а также с низким «генетическим грузом». И через сотни лет эти генотипы могут быть в какой-то мере повторены, но часто не превзойдены.

Для всех видов, для которых существуют или будут разработаны способы длительной консервации гамет, предложен (В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, О.С. Короткевич) метод сохранения в течение десятков поколений высокого генетического сходства с родоначальником без применения тесного инбридинга. Предполагаемая схема импульсно-циклического способа создания линий позволяет при отдалённых и умеренных степенях инбридинга поддерживать высокое генетическое сходство потомков с родоначальником линии – на уровне 33,2 – 57,12 %. Принципиальная сущность этого способа заключается в том, что от выдающегося родоначальника получают продолжателей линии (сыновей, внуков, правнуков), которых оценивают по качеству потомства, по комплексу признаков. В дальнейшем правнучек и праправнучек спаривают с родоначальником линии, при этом у получаемого потомства коэффициент генетического сходства с родоначальником составляет от 53,12 до 56,25 % вместо 3,12 – 6,25 % при разведении по линиям без использования инбридинга.

К моменту использования спермы выдающегося производителя можно получить огромную информацию о его генотипе, продуктивности, жизнеспособности, устойчивости потомков к различным заболеваниям, стрессам и вредным экологическим факторам, носительстве летальных и сублетальных генов. На основе этого возможно создание банка ценных генов и его использование для генной и хромосомной инженерии.

В дальнейшем потомство шестого и восьмого поколений опять осеменяют спермой родоначальника линии. Коэффициент инбридинга при этом составит от 3,31 до 7,03 % и сохранится высокое генетическое сходство с родоначальником – 53,32 – 57,03 %. Такую цикличность использования глубокозамороженной спермы выдающегося родоначальника необходимо сохранять и в последующих поколениях. При подобном ведении линий проводят комплексную оценку производителей каждого поколения. В пределах конкретной линии возможно получение

новых выдающихся родоначальников с таким же последующим их использованием.

Импульсно-циклический способ необходим для создания линий животных, резистентных не только к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, но и устойчивых к различным болезням.

Изучается возможность использовать непрямую селекцию по генетическим или биохимическим маркерам (индикаторам) для повышения устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам. Маркерные признаки должны характеризоваться:

- 1) достаточно высокой (для практического применения) генетической корреляцией к воздействию антропогенных факторов;
- 2) высокой наследуемостью;
- 3) высокой повторяемостью;
- 4) ранним проявлением – для оценки устойчивости животных в раннем возрасте.

Отмечено, что у значительной части крупного рогатого скота, находящегося в хозяйствах, загрязнённых радионуклидами, заболевания лейкозом не отмечалось (Незавитин, 1995). Возможно, это происходило потому, что животные обладали определённой индивидуальной устойчивостью, что позволило им противостоять развитию лейкозного процесса в неблагоприятных условиях среды. Эта часть животных представляет большую ценность в селекционном процессе. Поэтому на сегодняшний день является актуальным выявление и использование особей с относительно стабильным кариотипом при проведении целенаправленной работы по совершенствованию существующих и созданных новых популяций животных, устойчивых к загрязнению среды.

Исходя из этого, необходимо постоянно формировать базы данных комплексного изучения интерьера животных, что позволит всесторонне оценивать экологическую пластичность селекционируемых популяций в условиях антропогенного воздействия и планировать проведение долгосрочного мониторинга.

Подготовка тематических обзоров на следующие темы:

1. Изучение генетического контроля устойчивости модельных объектов, в особенности сельскохозяйственных растений, животных и человека к неблагоприятным факторам имеет большое значение для селекции, медицины и поддержания оптимальной среды обитания человека.

2. Молекулярные болезни.
3. Радиоустойчивость.
4. Радиоадаптивный эффект.
5. Адаптация к химическим мутагенам.
6. Генетическая гетерогенность популяций по чувствительности к факторам окружающей среды и производственным вредностям.
7. Наследственная чувствительность к мутированию.
8. Гены «предрасположенности» и гены «внешней среды».
9. Заболеваемость разных пород и видов животных в условиях радиационного и химического загрязнения среды.
10. Принципы создания популяций животных, устойчивых к загрязнению среды.

Список вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие эколого-ветеринарной генетики. Цели. Задачи.
2. Методы исследования в эколого-ветеринарной генетике.
3. Современные методы в изучении генетической изменчивости.
4. Молекулярно-генетические методы в эколого-ветеринарной генетике.
5. Системы сохранения материальной преемственности между поколениями.
6. Цитологические механизмы, обеспечивающие стабильность генетического материала, и последствия нарушения работы этих механизмов. Роль ядра и цитоплазмы в наследственности и изменчивости.
7. Нетрадиционное наследование (митохондриальный геном, геномный импринтинг, экспансия тринуклеотидных повторов).
8. Изменчивость как свойство, обеспечивающее возможность существования живых систем в различных состояниях.
9. Формы изменчивости: модификационная, комбинативная, мутационная и их значение в онтогенезе и эволюции. Фенокопии.
10. Механизмы комбинативной изменчивости и ее значение в обеспечении генотипического разнообразия людей.
11. Генные, хромосомные и геномные мутации, методы их обнаружения.
12. Соматические и генеративные мутации и их последствия.
13. Мутагенез и его генетический контроль.
14. Репарация генетического материала, ее механизмы.
15. Мутагены: физические, химические и биологические. Понятие о комутагенах, антимутагенах и десмутагенах.
16. Генетическая опасность последствий загрязнения окружающей среды.
17. Генетика устойчивости к факторам среды. Понятие о физических, химических и биологических генетически активных факторах.
18. Мутагенез, рекомбиногенез и индукция репаративного синтеза ДНК как показатели генотоксичности или генетической активности исследуемого фактора.
19. Генетический контроль устойчивости организмов к факторам окружающей среды.
20. Антимутагенез.
21. Онтофилогенетическая обусловленность пороков развития органов и систем органов человека. Критические периоды индивидуального развития. Тератогенез.
22. Тест Эймса.
23. Мутагенез. Радиационный и химический мутагенез. Канцерогенез.
24. Роль полигенных систем организма в генетической детерминации скорости роста и развития животных.

25. Наследственно-обусловленные вариации ответов на лекарства.
26. Молекулярные болезни. Генетическая гетерогенность популяций.
27. Молекулярные болезни животных.
28. Методы снижения радионуклидного загрязнения организма животных в условиях техногенного аварийного загрязнения окружающей среды продуктами ядерного деления.
29. Генетическая токсикология, ее связь с экологической генетикой.
30. Фармакогенетика.
31. Типы фармакогенетических нарушений.
32. Патологические реакции на лекарства.
33. Химические факторы – как генетически активные факторы среды. Пищевые вещества и пищевые добавки. Примеры реакции у генетически чувствительных индивидов.
34. Создание и использование новых химических веществ, ранее отсутствовавших в биосфере. Последствия загрязнения. Мутагенное влияние загрязнений и связанные с этим проблемы охраны окружающей среды.
35. Фармакогенетика и ее связь с экологической генетикой
36. Загрязнение атмосферы. Примеры мутаций, обуславливающих реакцию на загрязнение атмосферы.
37. Эколого-генетические проблемы реализации репродуктивной функции у сельскохозяйственных животных.
38. Адаптации. Гомеостаз (сохранение постоянства внутренней среды организма); принципы регуляции жизненных функций.
39. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды. Генетические пределы адаптации.
40. Гены-модификаторы. Выявление генов, отвечающих за элементарные экологические отношения.
41. Биологические факторы как генетически активные факторы среды. Вирусы. Мобильные генетические элементы.
42. Пищевые цепи и пищевые сети экосистемы. Циркуляции химических ядохимикатов в различных звеньях цепей питания и их влияние на здоровье животных.
43. Индуцированный мутагенез при действии мутагенов среды.
44. Физические факторы как генетически активные факторы среды. Физические факторы и отравления металлами.
45. Основные загрязнители природной среды. Виды загрязнителей. Основные источники загрязнения окружающей среды.
46. Теоретические и методологические основы селекции молочного скота на повышение генетической резистентности животных к заболеваниям.
47. Эколого-генетические факторы гибели эмбрионов у коров на ранних стадиях

- эмбриогенеза и пути их преодоления.
48. Селекционно-генетические предпосылки резистентности КРС к маститу.
 49. Генетическая оценка КРС по резистентности к маститу.
 50. Роли генетических и средовых факторов в формировании вариабельности количественного содержания основных белков организма. Генетическая детерминированность.
 51. Связь распространенности врожденных пороков развития животных, с использованием отдельных пестицидов в сельском хозяйстве.
 52. Какие заболевания возникают у животных наиболее часто в условиях радиационного и химического загрязнения окружающей среды?
 53. Оценка уровней спонтанного мутагенеза с/х животных, как тест оценки генетической активности.
 54. В чём вы видите причину повышенной заболеваемости лейкозом у крупного рогатого скота в зонах с повышенной плотностью радионуклидного загрязнения?
 55. Уровень спонтанной хромосомной нестабильности в экологически чистых и неблагоприятных зонах.
 56. Каких животных можно использовать в качестве биологических индикаторов при оценке заболеваемости в условиях радиационного и химического загрязнения?
 57. Какое значение имеет селекция для повышения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды?
 58. Перечислите признаки, которыми должны характеризоваться животные при осуществлении селекции на устойчивость к загрязнению среды.
 59. Какова сущность импульсно-циклического способа разведения по линиям?
 60. Для чего используется оценка генофонда пород, линий, семейств?
 61. Какими признаками должны обладать маркёры для осуществления непрямой селекции?
 62. Генетико-математический анализ в эколого-ветеринарной генетике.

Словарь терминов.

Аберрация хромосомная – тип мутации, в результате которой происходит нарушение структуры хромосомы.

Автотроф — организм, ассимилирующий энергию либо солнечного света (зеленые растения), либо неорганических веществ (серные бактерии). См. также *Гетеротроф*.

Адаптор – транспорт молекулой тРНК аминокислоты к мРНК, во время трансляции.

Адаптация. Морфологический или функциональный признак организма, позволяющий ему лучше приспособиться к условиям существования; эволюционный процесс, посредством которого организмы приспосабливаются к окружающей среде.

Адаптивная зона — тот или иной особый тип среды, требующий специфических приспособлений. Виды, обитающие в разных адаптивных зонах, обычно различаются по многим морфологическим или физиологическим признакам.

Адаптивное значение. Мера успешности размножения одного организма (генотипа) по сравнению с другими организмами (генотипами); синоним – *селективное значение*.

Адаптивная радиация — возникновение эволюционного разнообразия среди видов, происходящих от общего предка, но расселившихся по разным экологическим нишам.

Аддитивные гены - Гены взаимодействующие друг с другом при определении признака, но не проявляющие ни доминирования (если они аллельны), ни эпистаза (если они находятся в разных локусах).

Аддитивная варианса. Генетическая варианса, обусловленная действием аддитивных генов.

Аддитивная варианса. Генетическая варианса, обусловленная действием аддитивных генов.

Азотистые основания - основания входящие в состав нуклеиновых кислот.

Акклимация — обратимое изменение в морфологии или физиологии организма, возникающее в ответ на изменение в окружающей среде.

Аллель – Одна из двух или большего числа альтернативных форм гена, каждой из которых свойственна уникальная последовательность нуклеотидов. Однако обычно различные аллели данного гена распознают по их фенотипическому проявлению, а не путем сравнения нуклеотидных последовательностей.

Аллелопатия — непосредственное подавление одних видов другими при помощи вредных или ядовитых химических веществ.

Аллопатрические популяции. Популяции, населяющие различные части ареала вида (ср. *Симпатрические популяции*).

Аллоферменты (аллозимы). Альтернативные формы ферментов, кодируемые различными аллелями одного и того же локуса.

Аллотипы – генетически детерминированные антигенные варианты сывороточных белков, по которым различаются особи одного вида

Аллотетраплоид - особи имеющие диплоидный набор хромосом двух видов.

Амбер-кодон - триплет УАГ в РНК, один из трех бессмысленных кодонов, обуславливающих терминацию белкового синтеза.

Амбер-мутация - любое изменение в ДНК, приводящее к появлению амбер-кодона.

Амейоз (нем. *Ameiose*; англ. *ameiosis*) - выпадение мейоза и его замена эквационным делением ядра.

Аминокислоты. Соединения, из которых построены молекулы белков. Всего известно несколько сотен аминокислот, однако в состав белков обычно входит лишь 20 из них .

Амитоз (нем. *Amitose*; англ. *amitosis*) (**Flemming, 1882 г**) - в отличие от непрямого (митоз), прямое деление ядра.

Аммонификация — расщепление белков и аминокислот, при котором в качестве побочного продукта выделяется аммиак.

Амплификация - образование дополнительных копий хромосомных последовательностей, обнаруживаемых в хромосомной или внехромосомной ДНК, увеличение числа копий определённого фрагмента ДНК.

Анализирующее скрещивание - скрещивание с рецессивной родительской формой (*aa*)

Андрогенез - мужской партеногенез. После оплодотворения яйцеклетки материнское ядро элиминируется, и возникающий гаплоидный организм, который называется андрогенетическим, содержит только хромосомный набор отца.

Антигены - инородные вещества проникшие в организм, которые вызывают иммунный ответ (реакцию) синтез антитела.

Антикодон - триплет, занимающий определенное и постоянное положение в структуре молекулы тРНК; комплементарно взаимодействует с кодоном (или кодонами) мРНК.

Антитело. Белок, вырабатываемый иммунной системой высших организмов, который специфическим образом связывает молекулы чужеродных веществ (антигены). Синтез антител начинается в ответ на появление в организме антигенов.

Антимутагены - агенты, обладающие способностью понижать частоту спонтанных или индуцированных мутаций.

Апвеллинг — вертикальные течения, обычно вблизи берегов, выносящие питательные вещества из глубин океана в поверхностные слои.

Апомиксис - замена полового размножения другим, неполовым процессом, не связанным со слиянием ядер или клеток (у зоологических объектов партеногенез).

Анеуплоидия – изменение числа хромосом, не кратное гаплоидному набору, вследствие утраты или добавления одной или нескольких хромосом.

а-Разнообразие— см. *Разнообразие*.

Ассортативное (преимущественное) скрещивание. Неслучайный выбор брачного партнера в отношении какого-то одного или нескольких признаков. Ассортативное скрещивание положительно (отрицательно), когда частота скрещиваний между сходными (различающимися) особями больше, чем можно было бы ожидать при случайном выборе (ср. *Случайное скрещивание*)

Ассоциация — группа видов, обитающих в одном месте.

Аутбридинг. Скрещивание между генетически различными, а не близкородственными особями.

Аутосомы – все хромосомы, кроме половых; в диплоидной клетке имеется по две копии каждой аутосомы.

Аутэкология — изучение живых организмов в связи с окружающей их физической средой.

Базиген – нормальный аллель серии множественных аллелей.

Бактериофаги (фаги) – вирусы, инфицирующие бактерии.

Белок. Полимер, состоящий из одной или нескольких полипептидных субъединиц и обладающий характерной трехмерной структурой, определяемой последовательностью входящих в его состав аминокислотных остатков.

Бентосные организмы — организмы, обитающие на дне рек, озер и океанов.

Белок-репрессор – способен связываться с оператором на ДНК или с РНК, предотвращая соответственно транскрипцию или трансляцию.

Бессмысленный кодон – один из трех триплетов, УАГ, УАА, УГА, вызывающих терминацию синтеза белка (УАГ известен как amber-кодон, УАА – как ochre-кодон, УГА – как opal-кодон).

β-Разнообразие — см. *Разнообразие*.

Библиотека генома – набор клонированных фрагментов ДНК, содержащий весь геном.

Биометрия – наука о применении математических методов для изучения живых организмов.

Биоразнообразие – все виды растений, животных, микроорганизмов, а также экосистемы и экологические процессы, частью которых они являются.

Биотехнология – комплексная многопрофильная область научно-технического прогресса, включающая разнообразный микробиологический синтез, генетическую и клеточную инженерию, инженерную энзимологию, использование знаний условий и последовательности действия белковых ферментов в организме растений, животных и в промышленных реакторах.

«Бутылочное горлышко». Период, когда популяция состоит всего из нескольких особей.

Варианса (дисперсия). Мера изменчивости, вычисляемая по сумме квадратов разностей между индивидуальными значениями признака и средним по выборке.

Ведущая цепь – цепь ДНК, синтезирующаяся непрерывно в $5^1 \rightarrow 3^1$ направлении.

Вектор для клонирования – любая плаزمида или фаг, в которые может быть встроена чужеродная ДНК с целью клонирования.

Веретено – структура, образующаяся в процессе деления эукариотической клетки; после растворения ядерной оболочки к веретену с помощью микротрубочек прикрепляются хромосомы.

Ветеринарная генетика – наука, изучающая наследственные аномалии и болезни с наследственной предрасположенностью, разрабатывающая методы диагностики, генетической профилактики и селекции животных на устойчивость к болезням.

Вид — группа фактически или потенциально скрещивающихся между собой популяций, которые репродуктивно изолированы от всех других организмов.

Видообразование. Процесс образования видов.

Вирулентность – степень патогенности в отношении животных определенного вида.

Влажность завядания — минимальное содержание влаги в почве, при котором растения в состоянии получать ее.

Внутривидовая конкуренция — конкуренция между особями, принадлежащими к одному и тому же виду.

Восприимчивость – предрасположенность организма к действию физических, химических и биологических факторов, приводящих к патологическому состоянию.

Время генерации — средний возраст, в котором самка приносит потомство.

Врожденная аномалия – отклонение, имеющееся при рождении.

Вставки (инсерции) – обнаруживаются благодаря присутствию в ДНК дополнительных пар оснований.

Вторичная сукцессия — смена сообществ в местообитаниях, в которых климаксное сообщество было нарушено или совершенно уничтожено.

Вторичное отношение полов. См. *Отношение полов.*

Выживаемость — доля новорожденных особей, дожившихся до определенного возраста.

Вырожденность генетического кода – соответствие нескольких кодонов одной аминокислоте. Замена в третьем основании кодона не всегда приводит к замене аминокислоты.

Выщелачивание — вымывание растворимых соединений из органических остатков или из почвы.

Гамета – Зрелая репродуктивная клетка, способная при слиянии с аналогичной клеткой другого пола образовать зиготу и содержащая гаплоидный набор хромосом.

Гаметогенез – процесс развития половых клеток.

Гаплоидный набор хромосом – содержит по одной копии каждой аутосомы и одну половую хромосому; гаплоидное число хромосом (n) является характеристикой гамет.

Гаплотип – совокупность сцепленных генов одной хромосомы, контролирующей аллогруппу.

Гемизиготность – наличие в хромосомном наборе особи только одной аутосомы из пары гомологичных аутосом, одной половой хромосомы (ХО) или пары разных половых хромосом (ХУ).

Гемизиготный ген. Ген, присутствующий в генотипе лишь в одном экземпляре (копии).

Ген - Последовательность нуклеотидов в геноме организма, которой может быть приписана определенная функция, иными словами, ген – это нуклеотидная последовательность, либо кодирующая полипептид, либо определяющая ту или иную транспортную РНК, либо необходимая для правильной транскрипции какого-то другого гена.

Генеративные мутации – мутации, происходящие в половых клетках.

Генетика – наука о наследственности и изменчивости живых организмов.

Генетическая аномалия - морфофункциональное нарушение в организме животного, возникающее в результате генных или хромосомных мутаций.

Генетическая варианса. Доля фенотипической вариансы, обусловленная различиями в генетической организации особей в популяции.

Генетический груз - совокупность вредных генных и хромосомных мутаций.

Генетический дрейф. См. *Случайный генетический дрейф.*

Генетический код - совокупность кодонов (триплетов), кодирующих аминокислоты.

Генетический полиморфизм - долговременное существование в популяциях двух и более генотипов с частотой (1% и более), превышающих вероятность возникновения повторяющихся мутаций.

Ген-модификатор. Ген, который при взаимодействии с другими генами изменяет их фенотипическое проявление.

Генная инженерия - раздел биотехнологии, связанный с целенаправленным конструированием *in vitro* новых комбинаций генетического материала, способного размножиться в клетке и синтезировать определенный продукт.

Генные (точковые) мутации - изменения в структуре ДНК.

Генный баланс - соотношение и взаимодействие всех генов, влияющих в той или иной степени на признак.

Геном - 1. Полный гаплоидный набор генов или хромосом клетки или организма. 2. Весь генетический материал клетки, организма.

Геномика – раздел молекулярной генетики, изучающий геном, индивидуальные гены на молекулярном уровне, структуру (сиквенс) гена, его экспрессию и механизм редукции активности, клонирование генов и использование их в генно-инженерных целях

Геномные мутации – мутации, обуславливающие изменения числа хромосом в кариотипе.

Генотип - Вся генетическая информация, содержащаяся в организме; генетическая организация особи в одном или нескольких рассматриваемых локусах (ср. *Фенотип*); совокупность генов организма.

Генотипическая среда - комплекс генов организма, в котором происходит действие изучаемого гена.

Генофонд - совокупность аллелей (генов) одной популяции (породы и т.д.), характеризующихся определенной частотой.

Гены-модификаторы - гены, не проявляющие собственного действия, но усиливающие или ослабляющие эффект действия других генов.

Гермафродит - особь, имеющая гонады и (или) половые органы противоположного пола.

Гетерогаметный пол - Пол, образующий гаметы двух типов, в которых содержится по одной из двух различных половых хромосом; характеризуется хромосомным набором $2A+XY$.

Гетерогамные скрещивания. Скрещивания между особями, взятыми из различных популяций вида.

Гетерозигота - диплоидный организм, в гомологичных хромосомах которого находятся две разные аллели данного гена (Aa).

Гетерозиготность. Доля особей, гетерозиготных по данному локусу, или доля гетерозиготных локусов в генотипе особи.

Гетерозис - гибридная мощь, превосходство гибридов в отношении какого-то одного или по ряду признаков над обеими родительскими формами; синонимы: *гибридная сила* и *гибридная мощь*.

Гетеротроф — организм, использующий в качестве источника энергии и питательных веществ материалы органического происхождения. См. также *Автотроф*.

Гетерохроматин - генетически неактивные участки хромосом постоянно находятся в конденсированном состоянии.

Гибридизация - процесс взаимодействия комплементарных цепей РНК и ДНК, образующих гибрид РНК – ДНК.

Гибридома - клеточный гибрид, получаемый слиянием нормального лимфоцита, продуцирующего антитела, и опухолевой клетки; обладает способностью синтезировать моноклональные антитела.

Гидрическая сукцессия — последовательный ряд сообществ наземных растений, развивающийся в таких водных местообитаниях, как болота, в частности торфяные.

Гиполимнион — холодный, бедный кислородом слой воды в озере или другом водоеме, лежащий ниже зоны быстрого изменения температуры воды. См. также *Эпилимнион*.

Гистоны - белки, образующие в комплексе с ДНК нуклеосомы – структурные единицы хроматина в ядрах эукариот.

Гликопротеиды - сложные белки, содержащие углеводные компоненты.

Гомеостаз - внутреннее постоянство организма.

Гомогаметный пол - характеризуется хромосомным набором 2А + ХХ.

Гомогамные скрещивания. Скрещивания между особями одной и той же популяции или вида.

Гомозигота - Клетка (или организм), содержащая в данном локусе гомологичных хромосом одинаковые аллели. (АА, аа).

Гомологи - хромосомы, имеющие одинаковые генетические локусы; диплоидная клетка обладает двумя копиями каждого гомолога, по одной от каждого родителя.

Гомозиготность. Доля особей, гомозиготных по данному локусу, или доля гомозиготных локусов в генотипе особи.

Гомологичные хромосомы. Хромосомы или участки идентичные в отношении последовательности локусов и видимой структуры; в процессе эволюции возникают также гомологичные гены и различные структуры, сходные между собой в силу их происхождения от общего предка.

Гомойотермные (теплокровные) организмы — организмы, способные поддерживать постоянную температуру тела, несмотря на изменения температуры окружающей среды.

Гonosомы – половые хромосомы (Х или У).

Гормезис – эффект действия радиации в малых дозах, проявляющийся в адаптивном ответе, стимуляции пролиферации, активации разных биологических процессов.

График серийного замещения — график, выражающий исход конкуренции между двумя видами в экспериментах, в которых изначальное соотношение этих видов было различным.

Дарвиновская приспособленность. Относительная приспособленность одного генотипа по сравнению с другим, оцениваемая по его вкладу в следующие поколения.

Двунаправленная репликация - репликация, при которой две репликационные вилки движутся в противоположных направлениях от общего старта.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Полинуклеотид, содержащий в качестве углеводного остатка дезоксирибозу; представляет собой основной генетический материал всех клеток.

Делеция – хромосомная мутация, в результате которой определенная последовательность нуклеотидов утрачивается (ср. *Дупликация*).

Демографические таблицы — совокупность важнейших статистических данных о популяции: число особей, доживающих до каждого возраста, и плодовитость самок каждого возрастного класса.

Денатурация ДНК или РНК - переход этих молекул из двухцепочной формы в одноцепочную; разделение цепей наиболее часто достигается нагреванием.

Денитрификация—восстановление микроорганизмами нитратов и нитритов до азота.

Детритоядные организмы — организмы, питающиеся мертвым или частично разложившимся органическим веществом.

Дианауза — временное прекращение развития яиц или личинок насекомого, обычно связано с неблагоприятным временем года.

Дигибридное скрещивание - скрещивание, при котором у родителей учитывается два признака, контролируемых двумя локусами.

Диплоид – организм или клетка с двойным ($2n$) набором хромосом.

Дискордантность - проявление признака только у одного из близнецов.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – биологическая макромолекула, носитель и хранитель генетической информации. См. *Дезоксирибонуклеиновая кислота*.

Домен в молекуле белка - участок аминокислотной последовательности, связанной с определенной функцией.

Доминирование - проявление действия лишь одного из аллелей у гетерозиготного организма.

Дрейф генов (генетико-автоматические процессы) - изменение генетической структуры численно ограниченной популяции в результате действия случайных причин.

Дупликация – абберация, при которой удвоен какой-либо участок хромосомы.

Дыхание — использование кислорода для метаболического разрушения органических соединений с целью извлечения заключенной в них химической энергии.

Емкость среды — число особей, потребности которых могут быть удовлетворены ресурсами данного местообитания.

Естественный отбор — изменение частоты генетических признаков в популяции в результате избирательного выживания и размножения особей, обладающих этими признаками.

Жизненная форма — характерное строение животного или растения.

Заболеваемость - частота заболеваний в популяции или болезненность, болезненное состояние.

Заболевание – возникновение болезни.

Зависящие от плотности факторы — факторы, влияние которых на особей, составляющих популяцию, изменяется с изменением плотности популяции.

Закон Харди-Вайнберга. Принцип, согласно которому частоты генотипов могут быть предсказаны по частотам аллелей при условии случайного скрещивания.

Зигота - оплодотворенная яйцеклетка; образуется в результате слияния двух гамет. Диплоидная клетка.

Зоопланктон — см. *Планктон*.

Идентичные по происхождению гены. Два гена, имеющие одинаковые нуклеотидные последовательности в силу того, что оба происходят от общего предка.

Идиотипы - антигенные различия между антителами, принадлежащими к одному классу, субклассу и аллотипу у отдельных особей.

Идентичные по структуре гены. Два гена, имеющие одинаковые нуклеотидные последовательности независимо от того, происходят они от общего предка или нет.

Изолирующие механизмы. См. *Репродуктивные изолирующие механизмы.*

Изменчивость – свойство живых систем приобретать новые признаки, отличающие их от родительских форм.

Изотип - группа близкородственных иммуноглобулиновых цепей.

Иммунитет - невосприимчивость организма к инфекционным агентам и генетически чужеродным веществам антигенной природы.

Иммунная реакция - адаптивный ответ организма, вызывающий разрушение, нейтрализацию, отторжение или уничтожение генетически чужеродных веществ (бактерии, вирусы, простейшие и т.д.).

Иммунная система организма - совокупность всех лимфоидных клеток, обеспечивающих реализацию реакции иммунитета.

Иммунный ответ (иммунологическая реактивность) - высокоспецифическая форма реакции организма на чужеродные вещества (антигены).

Иммуногенетика - наука, изучающая генетический контроль иммунного ответа, генетику несовместимости тканей при их пересадках, закономерности наследования антигенной специфичности, проблему поддержания генетического гомеостаза соматических клеток организма.

Иммуноглобулины (Ig) - сложные белки, специфически связывающиеся с чужеродными веществами-антигенами.

Иммунологическая память - способность при повторном контакте с антигеном узнавать и отвечать на него иммунологической реакцией.

Инбредная депрессия - явление снижения жизнеспособности и продуктивности, ухудшение воспроизводительной функции в результате инбридинга.

Инбридинг - спаривание (подбор) близкородственных особей.

Инверсия – аберрация, при которой происходит отрыв участка хромосомы, поворот его на 180° и присоединение на прежнее место.

Индекс непрерывности — искусственная шкала градиента того или иного фактора среды, основанная на изменениях в составе сообщества.

Индуктор - небольшая молекула, включающая транскрипцию гена за счет связывания с регуляторным белком.

Индукцированные мутации - возникают под действием мутагенного фактора.

Интерфаза - фаза клеточного цикла между митотическими делениями клетки; подразделяется на G1, и S, G2.

Интерференция - торможение кроссинговера на одном участке кроссинговером на другом.

Интерфероны - группа белков, образующихся в клетках при вирусных инфекциях и обеспечивающих неспецифический противовирусный иммунитет.

Интроны - последовательности внутри структурного гена, которые не участвуют в кодировании белкового продукта гена. После транскрипции гена последовательности, соответствующие интронам, удаляются из мРНК в процессе сплайсинга.

Ион — диссоциированные части молекулы, каждая из которых несет электрический заряд.

Искусственный отбор. Отбор человеком из поколения в поколение животных и растений, основанный на одном или нескольких наследуемых признаках.

Каличе — отложение щелочных солей на поверхности почвы, обычно происходящее в засушливых областях, где грунтовые воды подходят близко к поверхности.

Кальцификация — отложение в почве кальция и других растворимых солей в условиях, когда испарение сильно превосходит количество осадков.

Капсид - белковая оболочка вируса.

Кариотип - набор хромосом соматической клетки организма, характерный для вида по числу, форме и величине.

Карта хромосом - план расположения генов в хромосоме

Катион — часть диссоциированной молекулы, несущая положительный электрический заряд, обычно в водном растворе (например, Ca^{2+} , Na^+ , NH_4^+).

Квантовое видообразование. Быстрое возникновение новых видов, обычно в малых изолятах; как правило, важную роль при этом играют эффект основателя и случайный генетический дрейф. Синоним: *сальтационное видообразование*.

Клеточная инженерия - метод конструирования клеток нового типа на основе их культивирования, гибридизации и реконструкции.

Климакс — конечная стадия сукцессионной последовательности; сообщество, достигшее стационарного состояния при определенном наборе условий среды.

Климатический климакс — характерное для определенного климата сообщество, достигшее стационарного состояния.

Климограмма — диаграмма, на которую нанесен годичный цикл температуры и количества осадков для данной местности.

Клина. Постепенное изменение (градиент) частоты генотипов или фенотипов у ряда смежных популяций.

кДНК - одноцепочная ДНК, синтезированная обратной транскриптазой на матрице РНК.

Клон - совокупность клеток или особей, произошедших от общего предка путем бесполого размножения.

Коадаптация. Согласованное взаимодействие генов; процесс отбора, в результате которого в популяции устанавливается согласованное взаимодействие генов.

Кодирующая цепь - та цепь ДНК, последовательность которой идентична мРНК.

Кодоминантные аллели - аллели, совместно проявляющиеся в гетерозиготе. Ни один не доминирует над другим.

Кодон - Группа из трех смежных нуклеотидов в молекуле мРНК, либо кодирующая определенную аминокислоту, либо обозначающая конец синтеза полипептидной цепи.

Количественная реакция — изменение величины популяции вида-хищника в результате изменения плотности его жертвы. См. также *Функциональная реакция*.

Количественный признак. Признак, имеющий количественное выражение.

Кольцо Бальбиани - гигантский пуф на меченой хромосоме.

Комбинативная изменчивость — наследственная изменчивость, возникающая в потомстве в результате новых сочетаний признаков и свойств при скрещиваниях.

Компенсационная точка — глубина воды, на которой процессы дыхания и фотосинтеза уравнивают друг друга; нижняя граница эвфотической зоны.

Комплементарная цепь - одна из цепей ДНК, используемая в качестве матрицы для синтеза РНК и комплементарная ей.

Конвергентная эволюция — развитие признаков, несущих одинаковые функции, у неродственных видов, которые обитают в среде одинакового типа.

Конкордантность - присутствие болезни у обоих близнецов.

Конкуренция — использование или защита какого-либо ресурса одной особью, снижающая доступность этого ресурса для других особей.

Контрадаптация — *развитие у двух или нескольких видов приспособлений, направленных против других видов.*

Конъюгация - один из способов обмена генетическим материалом у бактерий.

Косвенная конкуренция — использование какого-либо ресурса одной особью, уменьшающее его доступность для других особей. См. также *Прямая конкуренция*.

Коэффициент инбридинга. Вероятность того, что два гена (аллеля) в данном локусе идентичны по происхождению.

Коэффициент отбора. Интенсивность отбора, оцениваемая по относительному вкладу гамет в генофонд следующего поколения.

Кроссинговер - Обмен между гомологичными хроматидами, происходящий в процессе мейоза и лежащий в основе генетической рекомбинации.; если хроматиды имели разные наборы аллелей, то

кроссинговер может быть выявлен по образованию генетически рекомбинантных хроматид.

Ксерическая сукцессия — последовательный ряд сообществ наземных растений, развивающийся в местообитаниях с хорошо дренируемой почвой.

Ксерические местообитания — местообитания, в которых продукция растений ограничивается доступностью воды.

Латеризация — выщелачивание силикатов из почвы, происходящее обычно в теплых влажных областях, где почва имеет щелочную реакцию.

Леталь. Ген (или хромосомная мутация), вызывающий гибель организма до достижения им половозрелости; если леталь доминантна, то погибают все ее носители, если же она рецессивна, то погибают только гомозиготы.

Летальные гены - гены, вызывающие гибель организма в 100% случаев.

Летальные мутации – мутации, несовместимые с жизнью.

Лигаза - фермент, способный устранять разрывы в молекуле ДНК, восстанавливая ковалентные связи между 5¹ - и 3¹ – концами молекул.

Лизогения - способность фага существовать в бактерии в виде профага, являющегося компонентом бактериального генома.

Лимфоциты-В - вид лейкоцитов, которые синтезируют и секретируют иммуноглобулины.

Лимфоциты –Т - вид лейкоцитов, которые выполняют различные функции в ходе иммунного ответа.

Локус - место в хромосоме, в котором картируется ген, отвечающий за определенный признак; локус может быть представлен любым аллелем данного гена.

Макроэволюция. Эволюция на уровне более высоких систематических категорий, чем вид; приводит к возникновению новых родов, семейств и других таксонов более высокого ранга.

Маркер (генетический) - любой аллель, используемый в эксперименте.

Медицинская генетика - наука, изучающая роль наследственности в патологии человека, закономерности передачи от поколения к поколению наследственных болезней, разрабатывающая методы диагностики и профилактики наследственной патологии, включая болезни с наследственной предрасположенностью

Межвидовая конкуренция — конкуренция между особями, принадлежащими к разным видам.

Мейоз - два последовательных деления клетки (I и II мейотические деления), в результате которых образуется исходное гаплоидное число хромосом в каждой из четырех образовавшихся клеток. Эти клетки созревают и превращаются в гаметы (сперматозоиды и яйцеклетки).

Менделевская популяция. Группа скрещивающихся между собой организмов, образующая единый генофонд.

Метафаза – стадия митоза и мейоза, при которой хромосомы выстраиваются на экваторе клетки, образуя метафазную пластинку.

Микориза — тесная ассоциация между грибами и корнями деревьев, облегчающая последним поглощение минеральных веществ из почвы.

Мини-сателлитные последовательности (повторы) – простые tandemно повторяющиеся нуклеотидные последовательности генома эукариот с длиной повторяющейся части от 1 до 7 нуклеотидов.

Микросателлиты – присутствующие в эухроматине короткие tandemно повторяющиеся последовательности ДНК

Митоз - деление эукариотической соматической клетки.

Митохондриальные ДНК - небольшие кольцевые молекулы ДНК, присутствующие в митохондриях; кодируют некоторые компоненты митохондрий.

Мицелла — сложная почвенная частица, образующаяся в результате соединения гу-мусных и глинистых частиц и несущая на своей поверхности отрицательный заряд.

Модификационная изменчивость - ненаследственная фенотипическая изменчивость, возникающая под влиянием условий среды и не изменяющая генотип.

Мозаицизм - присутствие в организме клеток (точнее клонов) разного генотипа.

Молчащие мутации - не изменяют продукта, кодируемого геном.

Моногибридное скрещивание - скрещивание, при котором у родителей учитывается один признак, контролируемый одним локусом.

Моноцистронный оперон - кодирует один белок.

Мультимерные белки - состоят более чем из одной субъединицы.

Мутагенез – процесс возникновения мутаций.

Мутагены - факторы, увеличивающие частоту возникновения мутаций, вызывая изменения в ДНК.

Мутация – скачкообразное, стойкое изменение в структуре ДНК и кариотипе.

Мутуализм — взаимоотношения между двумя видами, выгодные для обоих.

Наследование - процесс передачи наследственной информации от одного поколения другому.

Наследственность - свойство организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями, а также обеспечивать специфический характер онтогенеза в определенных условиях среды.

Наследственные болезни - болезни, вызываемые мутацией генов одного или нескольких локусов и сопровождающиеся появлением аномалий, уродств и т.д.

Наследуемость - в широком смысле – доля общей фенотипической вариации, остающаяся после исключения вариации, определяемой внешними

условиями. В узком смысле – отношение аддитивной генетической вариации к общей фенотипической вариации.

Не зависящие от плотности факторы — факторы, влияние которых на особей, составляющих популяцию, не изменяется с изменением плотности популяции.

Непрерывная изменчивость. Изменчивость в отношении признака, по которому особи лишь слегка отличаются друг от друга, но не распадаются на четко очерченные классы.

Неравновесность по сцеплению. Неслучайное распределение частот аллелей, принадлежащих разным локусам.

Нерасхождение - неспособность хроматид (дублированных хромосом) расходиться к противоположным полюсам во время митоза или мейоза.

Неслучайное скрещивание. Система скрещивания, при которой частота скрещиваний различных типов между носителями каких-либо признаков отличается от частоты, ожидаемой при случайном скрещивании.

Нехватка - утрата концевых участков хромосом.

Нитрификация — разложение азотсодержащих органических соединений микроорганизмами с образованием нитратов и нитритов.

Новообразование - тип взаимодействия неаллельных генов, когда при их сочетании в одном организме развивается новая форма признака.

Норма реакции - генотипически определяемая способность организма изменять степень выраженности признаков в определенных пределах в зависимости от условий среды.

Нуклеоид - ядерная зона в прокариотической клетке; она содержит хромосому, но не окружена мембраной. Компактное образование у бактерии, содержащее ДНК.

Нуклеосома - основная структурная единица хроматина, состоящая из ~ 200 нуклеотидных пар ДНК и октомера гистоновых белков.

Образ искомого — поведенческий селективный механизм, дающий возможность хищникам повысить эффективность поисков жертвы, имеющейся в изобилии и представляющей; стоящую добычу.

Обратная транскриптаза - РНК-зависимая ДНК-полимераза – фермент, осуществляющий синтез ДНК на матрице РНК.

Общая продукция — суммарная энергия или питательные вещества, ассимилированные организмом, популяцией или сообществом в целом. См. также *Чистая продукция*.

Однонаправленная репликация - единственная репликационная вилка движется от определенной точки, называемой местом начала репликации.

Однонуклеотидные замены (полиморфизмы) – генные мутации, затрагивающие один нуклеотид.

Олиготрофный водоем — водоем с низким содержанием питательных веществ и низкой продуктивностью.

Онтогенез - индивидуальное развитие организма от оплодотворения яйцеклетки до естественной смерти.

Ооцит - женская половая клетка до оплодотворения.

Оперон - единица транскрипции и регуляции у бактерий, состоящая из структурных генов, регуляторного гена (генов) и контролирующих элементов, узнаваемых продуктами регуляторного гена.

Оподзоливание — распад и удаление глинистых частиц из кислых почв в областях с холодным и влажным климатом.

Осмоз — диффузия веществ, растворенных в воде, через клеточную мембрану.

Отбор. См. *Естественный отбор* и *Искусственный отбор*.

Отношение полов. Отношение числа мужских особей к числу женских (выражаемое иногда в процентах) сразу после оплодотворения (первичное отношение полов), у новорожденных (вторичное отношение полов) и при достижении половозрелости (третичное отношение полов).

Отрицательная обратная связь — стремление системы противодействовать вносимому извне изменению и возвращаться к устойчивому состоянию.

Палиндром - последовательность ДНК, которая остается неизменной, если на одной из цепей ДНК ее читать справа налево; состоит из прилежащих друг к другу инвертированных поворотов.

Панмиксия - свободное скрещивание.

Партеногенез -. Развитие организма из гаметы самки без участия гамет самца.

Патогенность - способность паразитировать в организме животного.

Пенетрантность - частота, с которой доминантный или рецессивный ген в гомозиготном состоянии проявляется фенотипически.

Первичная продуктивность — скорость ассимиляции (общая первичная продуктивность) или скорость накопления (чистая первичная продуктивность) энергии и питательных веществ зелеными растениями и другими автотрофами.

Первичная сукцессия — последовательность сообществ, развивающихся во вновь возникшем местообитании, лишенном жизни.

Пищевая сеть — абстрактное понятие, позволяющее представить себе различные пути потока энергии через популяции, составляющие сообщество.

Пищевая цепь — абстрактное понятие, позволяющее представить себе прохождение энергии через популяции, из которых складывается сообщество.

Плаزمид - кольцевая внехромосомная ДНК, способная к автономной репликации.

Планктон — мелкие взвешенные в воде растения (фитопланктон) и животные (зоопланктон).

Плейотропия - влияние одного гена на развитие двух или более признаков.

Плодовитость — скорость, с которой особь продуцирует потомков (обычно применительно к самкам).

Подвид. Популяция (или группа популяций), отличающаяся от других таких же популяций того же вида частотами генов, хромосомными перестройками или наследуемыми фенотипическими признаками. Между подвидами иногда наблюдается некоторая репродуктивная изоляция, недостаточная, однако, для того, чтобы считать их самостоятельными видами.

Пойкилотермные (холоднокровные) организмы — организмы, не способные регулировать температуру тела.

Полевая влагоемкость — количество воды, удерживаемое почвой против действия силы тяжести.

Полигенный признак - Признак, определяемый многими генами, каждый из которых оказывает лишь небольшое влияние на проявление этого признака.

Поликлимаксная теория — гипотеза, согласно которой сукцессия ведет к одному из ряда четко выраженных климаксных сообществ в зависимости от локальных условий среды.

Полимерия - такой тип взаимодействия, при котором на один признак влияет несколько разных, но сходно действующих неаллельных генов.

Полиморфизм - одновременное присутствие в популяции двух или более аллелей с частотой больше 0,01.

Полиморфность. Доля полиморфных локусов в популяции.

Полипептид. Последовательность аминокислот, связанных между собой ковалентными пептидными связями; белок.

Полиплоид. Клетка, ткань или организм с тремя или более полными хромосомными наборами.

Полиплоидия - увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному набору.

Полифакторный признак - признак, обусловленный многими локусами.

Половые хромосомы. Хромосомы, участвующие в определении пола и различающиеся у представителей разных полов (ср. *Аутосомы*).

Полувиды. Популяции, различающиеся слишком сильно для того, чтобы считать их подвидами, но недостаточно сильно, чтобы рассматривать их как самостоятельные виды.

Пополнение — добавление новых особей к популяции за счет размножения или иммиграции.

Популяционная генетика - раздел генетики, изучающий генетическую структуру и генетические процессы, происходящие в популяциях.

Популяция - совокупность особей одного вида, обитающих на определенной территории и свободно скрещивающихся между собой

Пороговый признак - признак, распределение которого при расщеплении происходит прерывисто, но наследуется он полифакторно.

Потенциальная эвапотранспирация — количество влаги, которое могло бы выделиться путем эвапотранспирации при определенных температуре и влажности, если бы количество воды было оверхобильным.

Поток генов. Медленный обмен генами (односторонний или двусторонний) между популяциями, обусловленный распространением гамет или расселением особей из популяции в популяцию; синоним: *миграция*.

Почва — твердый субстрат наземных сообществ, образующийся в результате взаимодействия климатических и биологических факторов с подстилающей геологической породой.

Почвенный горизонт — ясно выраженная зона почвы, образующаяся на определенной глубине в результате выветривания и внесения в почву органических веществ.

Принцип конкурентного исключения — гипотеза, согласно которой два или несколько видов не могут сосуществовать за счет одного и того же ресурса, количество которого мало по сравнению с потребностью в нем.

Приспособленность. Репродуктивный вклад организма или генотипа в следующие поколения (ср. *Дарвиновская приспособленность*).

Провирус - двухцепочная последовательность ДНК, встроенная в хромосому эукариот и соответствующая геномной РНК ретровирусов.

Промотор - участок ДНК, ответственный за связывание РНК-полимеразы, иницирующей транскрипцию.

Процессинг - совокупность реакций, ведущих к превращению первичных продуктов транскрипции и трансляции в функционирующие молекулы.

ПЦР (полимеразная цепная реакция) – амплификация ДНК в условиях *in vitro* (в пробирке).

Прыгающие гены - последовательность ДНК, способная переносить себя в различные новые сайты локализации в пределах генома, например, транспозоны, инсерционные последовательности.

Прямая конкуренция — отеснение особей от тех или иных ресурсов в результате агрессивного поведения других организмов или использования ими токсинов.

Пустошь — неплодородная земля с бедным растительным покровом, что связано с какими-либо физическими или химическими свойствами почвы.

Разнообразие — число видов в данном сообществе или в данной области. Разнообразие в данном местообитании называют а-разнообразием, а сумму всех видов, обитающих во всех местообитаниях в пределах данной области, называют Р-разнообразием.

Раса. См. Подвид.

Регуляторный ген. В широком смысле – любой ген, регулирующий или модифицирующий действие других генов. В узком смысле – ген, кодирующий аллостерический белок, который (самостоятельно или в сочетании с корепрессором) регулирует генетическую транскрипцию

структурных генов в опероне, связываясь с оператором (ср. *Ген-модификатор, Структурный ген*).

Расщепление - образование в потомстве гибридов особей с различными признаками.

Регрессия - частичный возврат потомства к среднему для популяции при отборе лучших и худших по количественным признакам родителей.

Резистентность - устойчивость организма к действию физических, химических и биологических агентов, вызывающих патологическое состояние.

Рекомбинантная ДНК - искусственно полученная молекула ДНК.

Рекомбинация. Образование новых сочетаний отдельных участков молекул ДНК (хромосом).

Рекон - минимальная часть гена, которая может быть обменена путем кроссинговера с другим гомологичным участком аллельного ему гена, находящегося в другой хромосоме.

Репарация – восстановление повреждённой структуры ДНК.

Репрессор - ген, подавляющий действие другого гена.

Репликон – часть молекулы ДНК, в которой осуществляется синтез новой ДНК в одноцепочечной форме.

Репликация - процесс самовоспроизведения нуклеиновых кислот, обеспечивающий точное воспроизведение генетической информации.

Репликационная вилка - точка, в которой цепи родительской двухцепочной ДНК расходятся для того, чтобы могла произойти репликация.

Репликационный глазок - область реплицирующейся ДНК внутри протяженного нереплицирующегося района.

Репродуктивная изоляция. Неспособность организмов скрещиваться друг с другом вследствие биологических различий между ними.

Репродуктивные изолирующие механизмы. Любые биологические особенности организма, препятствующие скрещиванию его с представителями других видов.

Рестрикция - процесс разрезания молекулы ДНК ферментами – рестриктирующими эндонуклеазами.

Ресурс — вещество или объект, необходимый организму для поддержания нормального существования, роста и размножения. Если количество данного ресурса мало по сравнению с потребностью в нем, то его называют ограничивающим ресурсом. Невозобновляемые ресурсы (например, пространство) существуют в фиксированных количествах и могут быть полностью использованы; возобновляемые ресурсы (например, пища) производятся со скоростью, которая может частично определяться их использованием.

Рецепторы - макромолекулярные структуры клеточной поверхности, с помощью которых клетки узнают антигены.

Рецессивность - отсутствие проявления одного из аллелей в гетерозиготе.

Рецессивный аллель. Аллель (или соответствующий признак), проявляющийся лишь в гомозиготном состоянии.

Рецессивный ген - ген, влияющий на развитие признака только в гомозиготном состоянии.

Рибонуклеиновая кислота (РНК). Полинуклеотид, содержащий в отличие от ДНК урацил вместо тимина и сахар рибозу вместо дезоксирибозы

Рибосома - органоид цитоплазмы, с участием которого происходит синтез белка в клетке.

РИМ. См. *Репродуктивные изолирующие механизмы.*

мРНК – матричная, информационная РНК (иРНК), кодирующая белки.

РНК – одноцепочечные полимерные молекулы нуклеиновых кислот, участвующие в процессах биосинтеза белка и выполняющие разные функции (мРНК, тРНК, рРНК).

Сайт – место, занятое точковой мутацией внутри цистрона, т.е. любая пара нуклеотидов в двухцепочечной молекуле ДНК

Сальтационное видообразование. См. *Квантовое видообразование.*

Самооплодотворение. Образование зиготы из мужских и женских гамет, продуцируемых одним и тем же организмом.

Сверхдоминирование. Явление, при котором какой-либо признак (обычно приспособленность) проявляется в гетерозиготе сильнее, чем в обеих гомозиготах.

Секвенирование – определение нуклеотидной последовательности ДНК

Сексдукция - перенос у бактерий фактором F генетического материала из одной клетки в другую

Селективное значение. См. *Адаптивное значение.*

Селективный сдвиг. При искусственном отборе разность между средними значениями признака у потомства отобранных родителей и в родительском поколении в целом.

Селекционный дифференциал. При искусственном отборе разность между средними значениями признака у особей, отбираемых в качестве родителей следующего поколения, и в целой популяции.

Серия — последовательный ряд стадий изменения сообщества в определенной области, ведущий к устойчивому состоянию. См. также *Сукцессия.*

Серповидноклеточная анемия. Наследственное заболевание человека, при котором в эритроцитах содержатся аномальные молекулы гемоглобина; обусловлена гомозиготностью по аллелю, кодирующему β-цепь гемоглобина.

Симпатрические популяции. Популяции или виды, обитающие по крайней мере частично на одной территории (ср. *Аллопатрические популяции*).

Синапсис - конъюгация двух пар сестринских хроматид гомологичных хромосом, происходящая во время мейоза; образующаяся структура называется бивалентом.

Синэкология — взаимоотношения организмов и популяций с биотическими факторами среды.

Системы групп крови - совокупность антигенов, контролируемых одним локусом.

Система скрещивания. Характер выбора брачного партнера в популяциях, размножающихся половым путем; принято различать случайное и ассортативное (предпочтительное) скрещивание.

Скорость накопления биомассы — отношение веса к годовой продукции (обычно применительно к растениям).

Случайная выборка. Выборка, организуемая таким образом, что каждая особь популяции или каждый ген в геноме обладает равной с другими вероятностью попасть в нее.

Случайное скрещивание. Случайный выбор брачного партнера по отношению к какому-то одному или нескольким признакам. Синоним: панмиксия (ср. *Ассортативное скрещивание*).

Случайный дрейф генов. Изменение частот генов в ряду поколений, происходящее в результате случайных флуктуаций.

Смещение признака — дивергенция в признаках двух в остальном сходных видов в области перекрывания их ареалов, вызванная селективными действиями конкуренции между этими видами в области перекрывания.

Соматические клетки. Все клетки тела, за исключением гамет и тех клеток, из которых развиваются гаметы.

Сообщество — ассоциация взаимодействующих популяций, обычно определяемая характером их взаимодействия или местом, где они живут.

Сплайсинг - процесс удаления интронов и объединения экзонов в мРНК.

Стабилизирующее скрещивание - скрещивание, восстанавливающее соотношение генотипов в популяции в соответствии с формулой Харди-Вайнберга.

Стресс - состояние организма, возникающее в ответ на воздействие сильных раздражителей или различных повреждающих факторов внешней среды.

Структурный ген - кодирует РНК или белок.

Субвитаальные гены - гены, вызывающие гибель менее 50% особей.

Субклимакс — одна из стадий сукцессии в серии, которая не смогла достичь до климатического климакса вследствие пожара, недостатка каких-либо веществ в почве, перевыпаса и других подобных факторов.

Сублетальные гены (полулетальные) - гены, обуславливающие гибель 50-99% особей.

Сукцессия — последовательное замещение популяций в каком-либо местообитании путем закономерного продвижения к устойчивому состоянию.

Суперген. Участок ДНК, содержащий несколько тесно сцепленных генов, влияющих на один признак или на ряд взаимосвязанных признаков.

Сцепление. Мера независимости с которой аллели двух генов расходятся в разные клетки в мейозе или при скрещиваниях.

Сцепленность - свойство генов одной хромосомы наследоваться совместно; измеряется в процентах рекомбинации между локусами.

Сцепление с полом - способ наследования, характерный для генов, находящихся в половых хромосомах (обычно в X-хромосоме).

Сцепленность с полом. Сцепление генов, находящихся в половых хромосомах.

Талассемия - заболевание человека, вызванное отсутствием α - или β -глобина в его эритроцитах.

Теломера - естественный конец хромосомы.

Теория мозаичного климакса — гипотеза о том, что сукцессия завершается возникновением весьма разнообразных недискретных климаксных сообществ, характер которых зависит от локального климата, почвы, наклона местности, интенсивности выпаса и т. п.

Тератология - наука, изучающая уродства.

Терминатор - последовательность ДНК, находящаяся на конце транскрипта и ответственная за прекращение транскрипции.

Терминирующий кодон - один из трех триплетов УАГ, УАА или УГА, вызывающих терминацию синтеза белка; их также называют бессмысленными кодонами.

Термоклина — слой воды, в пределах которого происходит быстрое изменение температуры и переход от теплового верхнего слоя (эпилимнион) к холодному нижнему (ги-полимнион).

Тотипотентность - способность любой соматической клетки дать начало новому организму.

Точка начала репликации (ori) - последовательность ДНК, в которой происходит инициация репликации.

Точковые мутации - изменение одной пары оснований.

Трансгеноз - экспериментальный перенос генов, выделенных из определенного генома или искусственно синтезированных, в другой геном.

Трансдукция - перенос генов из одной бактериальной клетки в другую при помощи бактериофага.

Транскрипция - процесс синтеза РНК на ДНК-матрице.

Транслокация - перемещение гена или участка хромосомы из одного локуса в другой.

Трансляция - процесс синтеза белка на матричной мРНК.

Трансмиссибельная геномная нестабильность (transmissible genomic instability) (или НСГ клеток полового пути, или «половая» НСГ-индуцирование (и/или передачи) состояния НСГ в ряду клеточных генераций или поколений на организменном уровне, от родителей к потомкам, т.е. из генома родительских гамет в соматические клетки организма потомков).

Трансплантация эмбрионов - метод ускоренного воспроизводства высокопродуктивных животных (доноров) путем получения и пересадки эмбрионов менее ценным животным (реципиентам).

Транспирация — испарение воды листьями и другими частями растения.

Транспозон - последовательность ДНК, способная реплицироваться и внедрять одну из копий в новое место генома.

Трансформация бактериальных клеток - приобретение нового генетического маркера в результате включения экзогенной ДНК.

Трансформация эукариотических клеток - переход в состояние неконтролируемого роста; имеет много общего или совпадает с опухолевым перерождением клеток.

Триплет - набор трех нуклеотидов (синоним кодона).

Трисомия – наличие добавочной хромосомы в кариотипе диплоидного организма.

Трофическая структура — организация сообщества, основанная на пищевых взаимоотношениях популяций.

Трофический уровень — положение в трофической цепи, определяемое числом этапов передачи энергии.

Удельная теплоемкость — количество энергии, которое необходимо сообщить 1 г какого-либо вещества, чтобы изменить его температуру на 1 °С. По определению, для того чтобы повысить температуру 1 г воды на 1 °С, требуется 1 кал энергии.

Упаковочный коэффициент - отношение длины ДНК к длине структуры, которая ее содержит.

Усилители транскрипции (enhancer) - участки ДНК (50-100 п.о.), усиливающие транскрипцию с ряда эукариотических промоторов, находящихся по отношению к ним в **цис**-положении, эти элементы оказывают свое действие независимо от того, с какой стороны промотора они располагаются.

Условно летальные мутации - вызывают гибель клетки или вируса только в определенных (непермиссивных) условиях, но не проявляют своего летального действия в других условиях.

Устойчивость — внутренне присущая системе способность противостоять изменениям.

Участки сплайсинга - последовательности, непосредственно окружающие границы между экзонами и интронами.

Фаг (бактериофаг) - бактериальный вирус.

Факторы инициации (IF) - белки, которые специфически связываются с малой субчастицей рибосомы на стадии инициации белкового синтеза.

Факторы элонгации - белки, циклично ассоциирующие с рибосомой в соответствии с включением каждой новой аминокислоты в полипептидную цепь.

Фактор-F - фактор фертильности – эписома, контролирующая способность бактерий к конъюгации.

Факторы-R - эписомы, обеспечивающие устойчивость бактерий к лекарственным препаратам.

Фармакогенетика - раздел медицинской или ветеринарной генетики, изучающий наследственно обусловленные реакции человека и животных на лекарственные препараты.

Феногруппа - совокупность антигенов, которые наследуются как единое целое.

Фенокопия - изменение признака под влиянием внешних факторов, ведущее к копированию признаков, обусловленного генотипом.

Фенотип. Совокупность всех доступных наблюдению признаков организма, возникающих в результате взаимодействия между генотипом и окружающими условиями, в которых происходит развитие организма.

Фенотипическая вариация (дисперсия). Дисперсия частоты распределения особей по какому-либо признаку или совокупности признаков (ср. *Генетическая вариация*).

Ферменты рестрикции - узнают определенные короткие последовательности в ДНК и расщепляют ее иногда в месте связывания, а иногда в каком-либо другом месте (это зависит от типа фермента).

Фиксация азота — биологическая ассимиляция атмосферного азота с образованием азотсодержащих соединений.

Филогенез - история развития вида.

Флуоресценция – специфическое свечение, возникающее в результате применения специфических флуоресцентных красителей.

Фитопланктон — См. *Планктон*.

Фотосинтез — *использование световой энергии для образования простых Сахаров из двуокиси углерода и воды.*

Фрагменты Оказаки - короткие фрагменты ДНК длиной несколько тысяч (бактерии) или несколько сотен (эукариоты) нуклеотидов образуется в результате прерывистой репликации; впоследствии ковалентно соединяются в непрерывную цепь.

Функциональная реакция — изменение скорости использования жертвы отдельной особью хищника в ответ на изменение плотности жертвы. См. также *Количественная реакция*.

Хиазма - петля, образуемая хромосомами при конъюгации хромосом в период редукционного деления.

Химеры - растения или животные со смешанными тканями двух организмов.

Хроматиды - хромосомные копии, образующиеся при репликации.

Хромомера - интенсивно окрашиваемая гранула; ее можно различить как составную часть хромосомы при определенных условиях (особенно на ранних стадиях мейоза).

Хромосомы - Нитевидная структура в ядре клетки, содержащая гены, расположенные в линейной последовательности; молекула ДНК, представляющая весь геном прокариотических клеток; молекула ДНК в комплексе с гистонами и другими белками в эукариотических клетках.

Хромосомная мутация (перестройка). Изменение структуры или числа хромосом в наборе.

Хромосомный набор. Совокупность всех хромосом в ядре нормальной гаметы или зиготы. Каждый тип хромосом может быть представлен в одном экземпляре (моноплоидный или гаплоидный набор) или в большом числе экземпляров (полиплоидный набор).

Хромосомная нехватка - потеря в результате мутации конца хромосомы.

Хромосомный полиморфизм. Популяционный полиморфизм по хромосомным перестройкам.

Центровая теория гена - теория о том, что ген состоит из отдельных функциональных участков – центров, которые могут независимо изменяться при мутациях.

Центромера - область хромосомы, в которую входит участок прикрепления к митотическому или мейотическому веретену.

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

Циклический климакс — устойчивая циклическая последовательность сообществ, ни одно из которых само по себе не является устойчивым.

Циклы таксонов — циклы расширения и сокращения географического ареала и плотности популяции данного вида или более высокой таксономической категории.

Цитогенетика - раздел генетики, изучающий строение клетки и ее органоидов и изменение их при возникновении мутаций.

Цистрон - генетическая единица, выявляемая путем комплементационного теста; эквивалентна гену и означает единицу ДНК, кодирующую белок.

Цитоплазматическое наследование - характерно для признаков, определяемых митохондриальными генами, и генами, локализованными в хлоропластах.

Частотно-зависимый отбор. Естественный отбор, направление и (или) интенсивность которого зависит от частоты генотипов или фенотипов в популяции.

Числовые мутации - изменение числа хромосом в кариотипе.

Чистая продукция — общее количество энергии или питательных веществ, накапливаемых организмом в результате роста и размножения; общая продукция минус дыхание.

Чистая скорость размножения — ожидаемое число потомков, которое самки могут произвести в среднем за всю свою жизнь.

Чистые линии - организмы, гомозиготные по изучаемым признакам.

Эвапотранспирация — суммарное количество влаги, выделяемой растениями в результате транспирации и испаряемой с поверхностей воды и почвы.

Эволюция - процесс исторического развития живой природы на основе изменчивости, наследственности и отбора.

Эвтрофикация — обогащение водоемов питательными веществами, часто вызываемое спусканием в них сточных вод и поверхностным стоком с удобряемых полей.

Эвтрофный водоем — водоем с обильным содержанием питательных веществ и высокой продуктивностью.

Эвфотическая зона — верхние слои водоема, в которые проникает достаточное количество света, чтобы процессы фотосинтеза превышали или уравнивали процессы дыхания. См. также *Компенсационная точка*.

Экзон - любой отдельный фрагмент прерывистого гена, который сохраняется в зрелой РНК.

Экзонуклеазы - ферменты, последовательно отщепляющие нуклеотиды с концов полинуклеотидной цепи; могут быть специфичными в отношении 5¹ – или 3¹ – концов ДНК или РНК.

Экоклина — географический градиент структуры растительности, связанный с одним или несколькими изменяющимися факторами среды.

Экологическая эффективность — доля энергии (выражаемая в процентах) в биомассе, продуцируемой на одном трофическом уровне, которая включается в биомассу, продуцируемую следующим, высшим, трофическим уровнем.

Экологическое высвобождение — расширение использования местообитаний и ресурсов популяциями в областях с низким разнообразием видов и вытекающей из него пониженной межвидовой конкуренцией.

Эколого-ветеринарная генетика – раздел ветеринарной генетики, изучающий влияние различных экологических факторов на наследственность животных, устойчивость к заболеваниям, сопряжённую эволюцию макро- и микроорганизмов, генетическую обусловленность накапливать или выводить из организма вредные вещества, генетически детерминированные реакции животных на лекарственные препараты.

Экосистема — вся совокупность взаимодействующих факторов физического и биологического мира определенного участка биосферы.

Экотип — генетически дифференцированная субпопуляция, ограниченная определенным местообитанием.

Экотон — местообитание, возникающее на стыке четко различающихся местообитаний; краевое местообитание, зона перехода между местообитаниями разного типа.

Экспрессивность - влияние данного аллеля на степень выраженности признака.

Экспрессия гена – активизация транскрипции гена, в процессе которой на ДНК образуется мРНК.

Электрофорез фрагментов ДНК – процесс, обеспечивающий разделение фрагментов ДНК на поверхности геля. Фрагменты движутся в геле, помещённом в постоянное электрическое поле, от отрицательного полюса к положительному в зависимости от размеров (чем больше относительная молекулярная масса фрагмента, тем медленнее он движется).

Электрофорез. Метод разделения молекул, основанный на их разной подвижности в электрическом поле.

Электроморфы. Аллоферменты, выявляемые с помощью электрофореза.

Эмбриогенетическая инженерия - активная перестройка генома животных путем вмешательства в их развитие на самых ранних стадиях онтогенеза.

Эндонуклеазы - ферменты, расщепляющие связи полинуклеотидной цепи нуклеиновых кислот; могут быть специфичны в отношении РНК одноцепочечных или двухцепочечных ДНК.

Энзимы – ферменты, вещества белковой природы, участвующие в биохимических реакциях.

Эпигенез – сумма всех взаимодействий между генами и средой, их функционирования, проявляющихся в процессе онтогенеза и в ряду дифференцированных клеток

Эпигенетическая изменчивость – наследуемое, но обратимое функциональное состояние гена не сопровождающееся изменением его нуклеотидной последовательности

Эпигенотип – генотип, развившийся в процессе контакта с внешней средой, т.е. фенотип как продукт взаимодействия конкретного генотипа с внешней средой при формировании каждого признака в рамках его нормы реакции

Эпилимнион — теплые, богатые кислородом поверхностные слои озера или другого водоема.

Эписома - плазида, способная интегрировать в бактериальную ДНК.

Эпистаз - тип взаимодействия, при котором один ген подавляется другим, неаллельным геном.

Эухроматин - представляет собой весь генетический материал интерфазного ядра, за исключением гетерохроматина.

Эффект основателя. Генетический дрейф, обусловленный тем, что исходно популяция состоит из очень небольшого числа особей.

Эффективность ассимиляции — доля потребленной организмом энергии (выражаемая в процентах).

Эффективность пищевой цепи — см. *Экологическая эффективность.*

Эффективная численность популяции. Число *размножающихся* особей в популяции.

Эффективность транспирации — отношение чистой первичной продукции к транспирации воды растением, обычно выражаемое в граммах на 1 кг воды.

Эффективность фотосинтеза — доля световой энергии, ассимилированная растениями; расчет основан либо на чистой продукции (чистая эффективность фотосинтеза), либо на общей продукции (общая эффективность фотосинтеза).

Эффективность чистой продукции — относительная доля (выражаемая в процентах) потребленной пищи, использованной организмом на рост и размножение.

Эффект положения - влияние положения гена в хромосоме на его действие.

Эффективность эксплуатации — относительная доля (выражаемая в процентах) потенциальной жертвы или кормовых растений, поглощаемых хищниками и растительноядными животными.

Ядерный матрикс - сплетение фибрилл, окружающих и пронизывающих ядро.

Ядро — жизненно важный органоид клеток эукариот, содержащий ДНК.

Ядрышко - обособленная область ядра, образуемая при транскрипции генов рРНК.

Яйцевой фолликул - небольшой мешочек из клеток в яичнике млекопитающих, внутри которого находится созревающее яйцо.

Яйцеклетка - женская репродуктивная клетка, из которой после оплодотворения ее сперматозоидом развивается новая особь того же вида.

Рекомендуемая литература:

а) основная литература

1. Сазанов, А. А. Генетика [Электронный ресурс] : учеб. рос. / А. А. Сазанов. - СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>.
2. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Л.Н. Нефедова. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 104 с. - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>.

б) дополнительная литература

1. Себежко О.И. Экологическая генетика /О.И. Себежко, В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, В.А. Соколов, В.А. Драгавцев // Новосибирск: НГАУ, 2011 - 637 с.
2. Алтухов Ю.П. Природоохранная генетика//Экология в России на рубеже XXI века (наземные экосистемы). – М.: Научный мир,1999.- С.9-27.
3. Бакай А.В. Практикум по генетике: учеб. пособие / А.В. Бакай. - М. : Колос, 2010 - 301 с.
4. Безлепкин В.Г. Индуцированная нестабильность генома половых клеток животных по мини- и микросателлитным последовательностям// В.Г. Безлепкин, А.И.Газиев. – Радиационная биология. Радиоэкология. -2001. -Т.41, №5. -С.475-488.
5. Биоиндикация радиоактивных загрязнений. -М.: Наука, 1999. -384 с.
6. Бобкова М.Р. Лекарственная устойчивость ВИЧ и лабораторные методы её определения (лекция)// Клин. лаб. диагностика. -2002.-№1.- С.25-34.
7. Бочков Н.П. Клиническая генетика. – М., ГЭОТАР-МЕД, 2001 – 288с.
8. Бычкова И.Б. Особые долговременные изменения клеток при воздействии радиации в малых дозах// И.Б. Бычкова, Р.Л. Степанов, Р.Ф. Федорцева. - Радиационная биология. Радиоэкология. -2002. - Т.42, №1. -С.20-35.
9. Васильева Л.А. Введение в генетику количественных признаков животных: учеб.-метод. пособие / Л.А. Васильева - Новосибирск : НГУ, 2008. - 75 с.
- 10.Гвоздев В.А. Подвижная ДНК эукариот. Часть 1. Структура, механизмы перемещения и роль подвижных элементов в поддержании целостности хромосом. – Сорский образовательный журнал, 1998, № 8, с. 8-14; 15-21.
- 11.Гвоздев В.А. Регуляция активности генов, обусловленная химической модификацией (метилованием) ДНК. – Сорский образовательный журнал, 1999, N.10, с. 11-17.
- 12.Долгих Д.А., Кирпичников М.П., Птицын О.Б., Федоров А.Н., Финкельштейн А.В. Черемис В.В. Белок de novo с заданной пространственной структурой: новые подходы к конструированию и анализу. – Молекулярная биология, 1992, т. 26, № 6, с. 1242-1250.

13. Дымшиц Г.М. Сюрпризы митохондриального генома. – Природа, 2002, № 6, с.54-61.
14. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб пособие / И.Ф. Жимулёв. - Новосибирск : Изд-во НГУ, 2002, 2003. - 458 с.
15. Заяц Р.Г. Общая и медицинская генетика. Лекции и задачи/ Р.Г. Заяц, В.Э. Бутвиловская, И.В. Рачковская, В.В. Давыдов. - Ростов-на Дону: Феникс, 2002.-320с. («Учебники, учебные пособия»).
16. Зеленин А.В. Генная терапия на границе третьего тысячелетия. – Вестник Российской академии наук, 2001, т. 71, №5, 387-395.
17. Карташев А.Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. -Томск: Водолей, 1999.-192 с.
18. Корзинников Ю.С. Основы экологической генетики: учеб. пособие / Ю.С. Корзинников, Н.Н. Шипилин.- Новосибирск : НГАУ, 2010 - 286 с.
19. Кольман Я., Рем К.Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
20. Кочнева М.Л. Мониторинг популяций сельскохозяйственных животных в разных экологических условиях/: автореф. дис....д-ра биол.наук.- Новосибирск, 2005. - 41 с.
21. Лягинская А.М. Тератогенные эффекты инкорпорированных радионуклидов// А.М.Лягинская, В.А. Осипов.- Радиационная биология. Радиоэкология. -2002. -Т.42, №5. -С.92-99.
22. Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике/ под ред. А.Б. Масленникова. Новосибирск: Альфа Виста, 2002. -Вып.2. - 200 с.
23. Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике/ Под ред.А.Б. Масленникова. -Новосибирск: Альфа Виста, 2003. -Вып.3. -188 с.
24. Незавитин А.Г. Проблемы сельскохозяйственной экологии/А.Г. Незавитин, В.Л. Петухов, А.Н. Власенко и др. -Новосибирск: Наука. СиФ РАН, 2000. -255 с.
25. Нефёдов И.Ю. Актуальные аспекты проблемы генетических последствий облучения млекопитающих// И.Ю. Нефёдов, И.Ю. Нефёдова, Ф.Г. Палыга. Радиационная биология. Радиоэкология. - 2000. -Т.40, №4. -С.358-372.
26. Никоноров А.М. Экология / А.М. Никоноров, Т.А. Хоружая.- М.: ПРИОР, 2000.-304 с.
27. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. – М.: Наука, 1985. – 536 с.
28. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование. – М.: Наука, 1981. – 288 с.
29. Пальцев М.А. Молекулярная медицина и прогресс фундаментальных наук. – Вестник Российской академии наук, 2002, т. 72, № 1,с. 13-21.
30. Петухов В.Л. и др. Генетика: учебник / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, С.Ж. Стамбеков и др.- Новосибирск: СемГПИ, 2007. – 628 с.
31. Петухов В.Л. Ветеринарная генетика/В.Л. Петухов, А.И. Жигачёв, Г.А. Назарова. -2-е изд.. перераб. и доп. -М.: Колос, 1996. -384 с.

32. Панов Б.Л. Проблемы селекции сельскохозяйственных животных/Б.Л. Панов, В.Л. Петухов и др. - Новосибирск: Наука. Сиб. предпр. РАН, 1997. -283 с.
33. Рогаев Е.И., Боринская С.А. Гены и поведение. – Химия и жизнь, 2000, N3, 20-25.
34. Свердлов Е.Д. Френсис Крик в его прогнозе на 2000 год был почти абсолютно прав. – Биоорганическая химия, 2000, т. 26. № 10, с.761-766.
35. Себежко О.И. Эколого-ветеринарная генетика / О.И. Себежко, В.Л. Петухов. - Новосибирск: НГАУ, 2006. - 197 с.
36. Сельскохозяйственная экология/Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, А.В. Никитин и др. - М.: Колос, 2000. -304с.
37. Скулачев В.П. Старение организма – частный случай фенотоза. – Соросовский образовательный журнал, 2001, N 10, с. 7-11.
38. Сойфер В.Н. Международный проект "Геном человека". – Соросовский образовательный журнал, 1998, N 12, с.4-11.
39. Тепляков Б.И. Экологическая генетика: метод указ к практич. занятиям / Б.И. Тепляков. - Новосибирск : НГАУ, 2003. - 41 с.
40. Тарантул В.З. Геном человека. – М. Языки славянской культуры, 2003, -400 с.
41. Цитогенетический контроль племенных животных: Метод. рекомендации/Новосиб. с.-х. ин-т; сост.: Парамонов Е.В., Петухов В.Л., Горбунов А.М. и др. -Новосибирск, 1989.
42. Чухловин А.Б. Генодиагностика возбудителей инфекционных заболеваний и поиск специфических «генов риска»: (лекция) // А.Б. Чухловин, А.А. Тотолян Клин. лаб. диагностика. -2005.-№7.-С.21-38.
43. Щелкунов С.А. Генетическая инженерия. Новосибирск: Изд. Сибирское университетское издательство, 2004. – 496 с.
44. Экология. охрана природы, экологическая безопасность. учеб. пособие для системы проф. переподготовки и повышения квалификации госслужащих, руководителей и специалистов пром. Предпр. и организаций под общей ред. проф. А.Т. Никитина. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. -648 с.
45. Юркин А.Ю. Методические особенности анализа микроядер в клетках человека и животных при экологической оценке состояния окружающей среды/: автореф. дис....канд. мед. наук. - Томск, 2002. - 22 с.
38. Benner S.A., Trabesinger N., Schreiber D. Post-genomic science: Converting primary structure into physiological function. – Adv. Enzyme Regul., 1998, 38, p.155-180.
39. Transgenic Animals. – Harwood Academic Publishers, 1997.
40. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mapview>
41. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=OMIM>
42. <http://www.ecolgenet.ru>
43. <http://www.pereplet.ru/Соросовский образовательный/489.html>

Содержание

	Стр.
Введение	3
Краткое содержание тем, используемые интерактивные технологии, вопросы для подготовки к практическим занятиям	5
Раздел 1. Предмет и задачи эколого-ветеринарной генетики	5
Раздел 2. Проблемы эколого-ветеринарной генетики	10
Раздел 3. Экология популяций и сообществ. Биогеоценоз	30
Раздел 4. Биоиндикация радиоактивных загрязнений	34
Раздел 5. Сохранение генофонда биосферы.	38
Раздел 6. Фармакогенетика	48
Раздел 7. Экология и деятельность человека	56
Раздел 8. Цитогенетический, биохимический, гематологический мониторинг популяций сельскохозяйственных животных.	69
Раздел 9. Устойчивость пород разных видов животных к антропогенному загрязнению	75
Список вопросов для подготовки к зачету	81
Словарь терминов	84
Рекомендуемая литература	111

Составитель
Себежко Ольга Игоревна

ЭКОЛОГО-ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА

Учебное пособие

В авторской редакции
Компьютерная вёрстка О.И. Себежко