

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Саратовский государственный аграрный университет

имени Н. И. Вавилова»

## **ВЕТЕРИНАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**Краткий курс лекций**

**Для студентов 1 курса**

Специальности

**36.05.01 Ветеринария**

**Саратов 2016**

УДК 619: 574

ББК 48: 20.1

К 95

Рецензент:

Профессор кафедры «Морфологии, патологии животных и биологии», д.в.н. ФГОУ ВО  
«Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

*Д.Ю. Домницкий*

**Ветеринарная экология:** краткий курс лекций для студентов I курса специальности 36.05.01 «Ветеринария» / Сост.: И.А. Ерофеева // ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 46 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Ветеринарная экология» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 36.05.01 «Ветеринария». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам экологии патогенных микроорганизмов и особо опасных инфекций. Направлен на формирование у студентов знаний об основных механизмах сохранения патогенных видов в окружающей среде. Дана экологическая характеристика ряда возбудителей инфекционных болезней.

УДК 619: 574

ББК 48: 20.1

© Ерофеева И.А., 2016

© ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

## **Введение**

В ветеринарной экологии впервые представлены материалы о взаимоотношениях патогенных микроорганизмов с животными, в том числе простейшими организмами, о влиянии физических и химических факторов на микроорганизмы. Рассмотрены некоторые адаптивные реакции на действие стресс-факторов и генетико-биохимические механизмы сохранения патогенных видов в окружающей среде.

Краткий курс лекций по дисциплине «Ветеринарная экология» предназначен для студентов по направлению подготовки 36.05.01 «Ветеринария». Курс нацелен на формирование ключевых компетенций, необходимых для эффективного решения профессиональных задач и организации профессиональной деятельности на основе глубокого понимания законов ветеринарной экологии.

## ЛЕКЦИЯ 1

### ВВЕДЕНИЕ В ОБЩУЮ И ВЕТЕРИНАРНУЮ ЭКОЛОГИЮ

#### 1.1. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитии экологической бактериологии

**Ветеринарная экология** – наука о биогеоэкологической диагностике и профилактике болезней животных, повышении их продуктивности, методах экологически обоснованного производства высококачественной продукции для человеческого общества в рамках его устойчивого развития.

Установлено, что генетически обусловленные заболевания и аномалии у животных составляют всего лишь 6-8%. До 90% всех болезней составляют мультифакториальные заболевания, т.е. болезни, возникающие под действием факторов среды в совокупности с наследственной предрасположенностью. Таким образом, любая болезнь (спорадическая или энзоотическая) есть следствие нарушений взаимоотношений между животными и окружающей средой, т.е. она представляет собой природный процесс, изучаемый экологией. Ветеринарная экология близка биогеоэкологической патологии – науке о болезнях, возникающих у животных вследствие негативных изменений в биогеоценозах.

Ветеринарная экология тесно связана с другими ветеринарными и зоотехническими науками: клинической диагностикой, терапией, эпизоотологией, паразитологией, хирургией, акушерством, ветеринарно-санитарной экспертизой, гигиеной.

*Приоритетными проблемами ветеринарии сегодня являются:*

- 1) патологии продуктивных животных при промышленном животноводстве (кетозы коров, остеодистрофия и др.),
- 2) инфекционные заболевания, связанные со скученным содержанием животных и т.д.,
- 3) геохимические энзоотии, связанные с загрязнением окружающей среды агрохимикатами, отходами промышленности (нитратный токсикоз, флюороз...),
- 4) зооантропозы (заболевания, общие для человека и животных – туберкулез, грипп и др.).
- 5) проблема санитарно-гигиенической оценки пищевой продукции животного происхождения.

В этой связи **в задачи ветеринарной экологии** входит:

- решение проблемы производства экологически чистой продукции животноводства,
- разработка мероприятий по охране природы как одного из необходимых условий создания высокопродуктивных стад.
- эколого-ветеринарная и санитарно-гигиеническая экспертиза продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения.

Общая экология возникла на базе дарвинизма — развитие представлений о видах и их эволюции и рассматривает виды как самостоятельные единицы и элементы тех или иных сообществ.

В 1861 г. Л. Пастер открыл «жизнь без воздуха» и описал *Vibrion bulyrigue* — первую анаэробную бактерию — возбудителя маслянокислого брожения. Это значительно расширило границы, в которых жизнь была признана возможной, и явилось одним из доказательств существования специализированных форм бактерий.

Дж. Листером была сделана попытка доказать, что все известные формы бактерий представляют собой один организм *Bacterium lactis*, австрийский хирург Бильрот утверждал, что все болезни вызывает *Coccobacteria septica*, а известный ботаник Карл фон Негели считал, что среди бактерий не существует даже двух разных форм. Влиятельным противником идеи плеоморфизма был ботаник Ф. Кон, развивший представление о мономорфизме. По его мнению, у бактерий существуют морфологически стабильные формы, которые могут быть отнесены к различным родам и видам. Однако Ф. Кон применял ботанические подходы в изучении бактерий. В области экспериментальной бактериологии основная роль в борьбе с идеями плеоморфизма принадлежала Л. Пастеру, открывшему специфичность возбудителей брожений, и Р. Коху, доказавшему строгую специфичность возбудителей болезней. Большое значение имели также исследования С. Н. Виноградского, показавшие отсутствие плеоморфизма у серобактерий.

В конце XX в. проводились исследования в области экологической бактериологии. В результате были выделены почвенная, пресноводная и морская микробиологии, а также изучались взаимоотношения микроорганизмов и др. В настоящее время наблюдается тенденция к интеграции отдельных дисциплин, прежде всего на базе достижений молекулярной биологии и генетики.

Основы генетики бактерий были заложены в 1943 г. работами М. Дельбрюка и С. Лурия. Выяснилось, что механизмы генетического переноса у бактерий совершенно иные, чем при половом процессе у животных и растений. Развитие генетики бактерий создало предпосылки для исследования структуры бактериальных видов и популяций, а также адаптационных механизмов у них.

В начале 50-х годов стало очевидно, что многие важные свойства бактерий определяются не только хромосомными генами, но и генами, собранными в кольцевые молекулы ДНК, которые, по предположению Д. Ледерберга, стали называть плазмидами. В дальнейшем были выделены классы плазмид, обуславливающих образование токсинов, адгезинов, устойчивость к ионам тяжелых металлов, способность к деградации ряда неприродных соединений, синтезируемых человеком, и некоторые другие признаки. Изучение бактериальных плазмид позволило наметить пути для экспериментального выяснения молекулярных основ ряда приспособлений бактерий, а также закономерностей изменения структуры их популяций.

## **1.2. Факторы среды. Влияние факторов среды на микроорганизмы**

**Энергия света (солнечное излучение).** Пути ее использования у прокариот значительно разнообразнее, чем у эукариот, у которых известен только один тип окислительного фотосинтеза.

Для некоторых бактерий, не способных использовать энергию света, он служит в качестве регулятора определенных процессов обмена. Так, у водной бактерии *Pseudomonas putida* наблюдали активацию светом некоторых ферментов метаболизма, что можно рассматривать как адаптацию, так как только при освещении начинается фотосинтез фитопланктона, продукты которого используются гетеротрофными водными бактериями.

Под фотохромностью понимают зависимость образования пигментов некоторыми микроорганизмами от освещенности. Фотохромность свойственна многим актиномицетам и близким к ним организмам, в том числе микобактериям. В частности, синтез каротиноидов некоторыми микобактериями стимулируется синим светом,

причем процессы синтеза пигментов имеют светозависимые и темновые этапы. Фотохромность может контролироваться как хромосомными, так и плазмидными генами. Кроме того, пигменты способны защищать микроорганизмы от действия видимого света.

Солнечный свет может оказывать сильный антимикробный эффект. Эффект определяется поглощением света железо-гюрфиринами.

Фотосенсибилизаторы — это вещества, в молекуле которых имеется хромофор, поглощающий свет и передающий его энергию другим молекулам, не способным поглощать свет. Через бесцветные клетки свет проходит без последствий для них, но если в такую клетку введен фотосенсибилизатор, она повреждается. Известно более 400 веществ, обладающих свойствами фотосенсибилизаторов; их хромофорами обычно оказываются циклические яды. Фотосенсибилизаторы содержатся в промышленных стоках, смоге. Многие лекарства представляют собой фотосенсибилизаторы, в том числе сульфаниламиды, ряд антибиотиков, хинин, рибофлавин, метиленовый синий и другие красители. Среди природных веществ фотосенсибилизаторами являются псоралены (фурокумарины), хлорофилл, фиговитлины, порфирины и др. Многие растения содержат псоралены; свет в их присутствии повреждает ДНК. Порфирины находятся во всех аэробных и некоторых анаэробных клетках. При нарушениях в путях метаболизма могут накапливаться промежуточные продукты синтеза порфиринов, также действующие как фото-сенсибилизаторы.

**Ультрафиолетовое и ионизирующее излучения.** Ближний ультрафиолет (УФИ) — излучение с длиной волны 400... 200 нм — даже в невысоких дозах оказывает на бактерии определенное действие. Так, при освещении ближним УФИ подвижных клеток *E. coli* или *Salmonella typhimurium* сначала происходит увеличение частоты кувырканий клеток, т. е. репеллентный эффект, затем кувыркания полностью прекращаются, и наступает паралич жгутиков, т. е. свет нарушает механизмы движения и таксиса. При этом хромофором является флавопротеин.

Среднее УФИ — это излучение с длиной волны 320... 200 нм; дальнее УФИ — с длиной волны 200...10 нм. Биологические эффекты действия среднего и дальнего УФИ сходны. Как уже упоминалось, при облучении солнечным светом гибель бактерий связана в основном с действием УФИ. Нижний предел длины волны света, попадающего на земную поверхность, составляет около 290 нм; в исследованиях же используют источники света с меньшей длиной волны. Считают, что резистентность организма к солнечной энергии, как правило, соответствует его устойчивости к неионизирующему излучению от искусственных источников.

**Радиоактивное излучение.** Представляет собой компоненты естественных ионизирующих излучений; обусловлено нестабильными изотопами, постоянно находящимися в почве и атмосферных осадках. В областях залегания радиоактивных минералов естественный радиоактивный фон повышен. Изотопы, попадая в живые организмы, подвергают их внутреннему облучению. Бактерии иногда способны накапливать некоторые элементы в очень больших количествах.

Ионизирующее излучение возникает также под влиянием космических лучей. Космическое пространство служит источником первичных космических лучей, которые дают начало вторичным, воздействующим на живые организмы. Интенсивность такого излучения зависит от географической широты, особенно от высоты над уровнем моря, и приблизительно удваивается каждые 1500 м. В период солнечных вспышек фон космической радиации повышен.

Степень радиоустойчивости некоторых бактерий значительно превышает предельный уровень радиации, с которым организмы могут сталкиваться в природе. Наиболее вероятным объяснением этого несоответствия может быть предположение о том, что радиоустойчивость — лишь одно из многообразных проявлений действия систем широкого назначения. Правильнее было бы говорить о степени устойчивости бактерий к определенным нарушениям в структуре их клеток, чем об устойчивости к воздействию определенных факторов среды, поскольку одинаковые нарушения могут быть вызваны разными причинами. Это относится, прежде всего, к системам репарации повреждений ДНК.

**Влияние солнечной активности.** Существенным фактором, воздействующим на физические условия обитания организмов на Земле, является солнечная активность. Ее изменения обуславливают интенсивность электромагнитного излучения Солнца.

Существуют утверждения о возможности прямого воздействия на микроорганизмы излучения, связанного с солнечным. Это так называемые «погодные лучи» или другие лучи, природа которых остается неясной. А. Л. Чижевский также считал возможным прямые эффекты такого рода. Однако более достоверно не прямое влияние солнечной активности на взаимодействия патогенных микроорганизмов с их хозяевами. Например, вызванные изменениями солнечной активности северо-западные ветры приносят значительное понижение температуры воздуха, а это, в свою очередь, приводит к усилению процессов обмена веществ в организме зверьков и повышает их восприимчивость к возбудителю чумы, распространенность которого соответственно увеличивается.

**Влажность.** Важнейшим фактором поддержания жизни в микробной клетке является вода, в растворах которой протекают все процессы, составляющие жизнь. Нет другого природного соединения, которое могло бы сравниться с водой по месту и значимости в процессах жизнедеятельности. Вода обладает совершенно уникальными свойствами, делающими ее неизменной составной частью организмов.

В условиях дефицита влаги некоторые бактерии образуют гидрофильные слизистые капсулы, активно поглощающие влагу. Однако физиологические механизмы, позволяющие бактериям существовать в условиях ограниченной влажности, еще не изучены.

При высушивании микроорганизмов часть клеток погибает. Клетки же, перенесшие высушивание, переходят в состояние анабиоза. Возможность сохранения бактериями жизнеспособности при высушивании обуславливается множеством факторов и зависит от температуры, рН, солевого состава среды и др. Обычно формы с мелкими клетками устойчивее, чем крупноклеточные, например кокки устойчивее палочек. Клетки с толстой клеточной стенкой, в том числе большинство грамположительных бактерий, устойчивее к высушиванию, чем грамотрицательные бактерии и тем более микогатазмы. Особенно высокой устойчивостью к высушиванию обладают микобактерии, клетки которых окружены массивными клеточными стенками, содержащими большое количество липидов. Бактериальные цисты и споры устойчивее к высушиванию, чем вегетативные клетки.

**Температура.** Витальная температурная зона, в пределах которой осуществляется активная жизнедеятельность микроорганизмов, за некоторым исключением, составляет от 0 до 50...60°C. Нижняя граница активной жизнедеятельности микроорганизмов лимитируется прежде всего капельно-жидкой водой, постоянным потоком которой в клетке поддерживается трехмерность белковых молекул и других структурных носителей жизни, а также процессы ассимиляции и диссимиляции. Поэтому

кристаллизация воды в омывающих жидкостях и клетках служит критическим порогом их жизни. Однако если верхний порог витальной зоны, который определяется тепловой коагуляцией белков, довольно узок, то нижняя граница зоны жизнедеятельности более широка и «размыта» вследствие многих прямых и косвенных адаптации к сохранению части воды в жидком состоянии, выработавшихся у организмов в процессе эволюции.

Состояние покоя, чередующееся с активной жизнедеятельностью, широко распространено в органическом мире. Переход в состояние физиологического покоя у разных микроорганизмов часто сопровождается образованием особых морфологических структур - эндоспор, благодаря чему, находясь в криптобиозе, они переносят неблагоприятные воздействия. Состояние покоя микроорганизмов обеспечивает две главные функции: распространение в пространстве и сохранение во времени.

Установлено, что существует обратная зависимость между интенсивностью метаболизма и сопротивляемостью организмов неблагоприятным для активной жизнедеятельности абиотическим факторам внешней среды, таким, как низкая и высокая температура, действие ионизирующих излучений, химических веществ.

Устойчивость микроорганизмов к неблагоприятным сочетаниям абиотических факторов внешней среды, составляющим условия жизни, является функцией интенсивности его метаболизма. Поэтому с переходом в состояние криптобиоза микроорганизмы становятся значительно (иногда во много раз) более устойчивыми к неблагоприятным воздействиям внешней среды, чем во время их активной жизнедеятельности. Эта не видоспецифическая реакция, связанная с подавлением метаболизма, типична для всех организмов.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Что изучает наука ветеринарная экология?
- 2) Кто открыл бактерии более 300 лет тому назад?
- 3) Какие ученые работали над основой генетики бактерий в 1943 году?
- 4) Перечислите основные факторы среды.

### Список литературы

#### *Основная*

1. **Мусохранов, В.Е.** Основы рационального природопользования: ресурсы, их воспроизводство, технологии, управление: учебное пособие; в 3 ч. Ч. I. / В.Е. Мусохранов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. –183 с.
2. **Авраменко, И.М.** Природопользование: курс лекций для студентов вузов / И.М. Авраменко. – СПб.: Лань, 2003. – 128 с.
3. **Воронцов, А.П.** Рациональное природопользование: учебное пособие /А.П. Воронцов. – М.: ТАНДЕМ; ЭКМОС, 2000. – 304 с.

#### *Дополнительная*

1. **Булатов, В.И.** Россия: экология и армия. Геоэкологические проблемы ВПК и оборонно-военной деятельности / В.И. Булатов. – Новосибирск: ЦЭРНС, 1999. – 188 с.

## ЛЕКЦИЯ 2

### ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ, СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ

#### 2.1. Экологическая структура популяций

В природе каждый существующий вид представляет сложный комплекс или даже систему внутривидовых групп, которые охватывают в своем составе особей со специфическими чертами строения, физиологии и поведения. Таким внутривидовым объединением особей и является популяция. *Популяция - это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.*

Популяция является генетической единицей вида, изменения которой осуществляет эволюция вида. Как группа совместно обитающих особей одного вида, *популяция выступает первой надорганизменной биологической макросистемой.* У популяции приспособительные возможности значительно выше, чем у слагающих ее индивидов. Популяция как биологическая единица обладает определенной структурой и функцией.

Структура популяции характеризуется составляющими ее особями и их распределением в пространстве. Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем. Им свойственны рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях, т. е. популяции обладают конкретными генетическими и экологическими характеристиками.

*Элементарная*, или микропопуляция - это совокупность особей вида, занимающих какой-то небольшой участок однородной площади. В состав их обычно входят генетически однородные особи. Количество элементарных популяций, на которые распадается вид, зависит от разнородности условий среды обитания, чем они однообразнее, тем меньше элементарных популяций, и наоборот.

*Экологическая популяция* формируется как совокупность элементарных популяций. В основном это внутривидовые группировки, слабо изолированные от других экологических популяций вида, поэтому обмен генетической информацией между ними происходит сравнительно часто, но реже, чем между элементарными популяциями. Экологическая популяция имеет свои особые черты, отличающие ее в чем-то от другой соседней популяции

*Географическая популяция* охватывает группу особей, населяющих территорию с географически однородными условиями существования. Географические популяции занимают сравнительно большую территорию, довольно основательно разграничены и относительно изолированы. Они различаются плодовитостью, размерами особей, рядом экологических, физиологических, поведенческих и других особенностей. Для географической популяции характерен генетический обмен, и хотя он может быть редким, но все же возможен.

У организмов с метаморфозом группа особей одинакового физиологического возраста представляет одну стадию развития. Так, в популяциях насекомых различают стадии яиц, личинок, куколок, взрослых особей.

**Численность и плотность.** Основными показателями структуры популяций являются численность и распределение организмов в пространстве и соотношение разнокачественных особей.

*Численность популяции - это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.* Зависит от соотношения интенсивности размножения (плодовитости) и

смертности. В период размножения происходит рост популяции. Смертность же, наоборот, приводит к сокращению ее численности.

*Плотность популяции определяется количеством особей или биомассой на единицу площади либо объема, например, 400 деревьев на 1 га, 0,5 г циклопов в 1 куб. м воды.*

Плотность популяции отличается изменчивостью и зависит от ее численности. При возрастании численности не наблюдается увеличение плотности лишь в том случае, когда возможно распределение популяции, расширение ее ареала. Особи, составляющие популяции, имеют различные типы пространственного распределения, выражающие их реакции на различные влияния, например, добычу и благоприятные физические условия или конкурентные реакции. Различают три типа распределения или расселения особей внутри популяции: равномерное, случайное и групповое. Размеры ареала популяции зависят от величины особей, составляющей ее. Мелкие особи занимают сравнительно небольшие ареалы, тогда как у видов с крупными особями они обширны. Вместе с тем это правило имеет много исключений. Так, территория, занимаемая популяцией прыткой ящерицы, может колебаться от 0,1 до нескольких гектаров. Плотность популяции регулируется четырьмя параметрами:

1) *рождаемостью* - числом особей, родившихся за определенный промежуток времени. Этот промежуток устанавливается в соответствующем масштабе биологического времени. Для бактерий он может быть равен одному часу, для планктонных водорослей — суткам, для насекомых — неделе или месяцу, для крупных млекопитающих (включая человека) — году.

2) *смертностью* - числом особей, умерших за ту же единицу времени (неважно, своей смертью или погибших, например съеденных);

3) *скоростью иммиграции особей* — числом особей, появившихся в данной популяции из других популяций (за ту же единицу времени);

4) *скоростью эмиграции особей* - числом особей, покинувших данную популяцию за единицу времени.

## **2.2. Экологическая структура биоценоза**

Многообразные живые организмы встречаются на Земле не в любом сочетании, а в процессе совместного существования образуют биологические единства *сообщества*, или *биоценозы*.

*Биоценоз—это совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определенную географическую территорию, отличающуюся от других соседних территорий по химическому составу почв, вод, а также по ряду физических показателей (высота над уровнем моря, величина солнечного облучения и т. д.).* В состав биоценоза входят такие компоненты, как *растительный*. Он представлен тем или иным растительным сообществом — *фитоценозом*; животный компонент — *зооценоз*; *микроорганизмы*. Они образуют в почве, в водной или воздушной среде микробные биокомплексы — *микробиоценозы*. Конкретные сообщества складываются в строго определенных условиях окружающей среды (почва и грунтовые воды, климат, осадки).

Структура любой системы — это закономерности в соотношении и связях ее частей. Под *видовой структурой* биоценоза понимают разнообразие в нем видов и соотношение их численности или массы. Каждый конкретный биоценоз характеризуется строго определенным видовым составом. Везде, где условия абиотической среды приближаются к оптимальным для жизни, возникают богатые видами сообщества, например тропические леса, коралловые рифы, долины рек в

аридных районах и др. Увеличение видового разнообразия по мере продвижения с севера на юг было сформулировано А. Уоллесом в 1859 г. и получило название *правило Уоллеса*. Оно касается как видов, так и составляющих ими сообществ. Видовой состав биоценозов зависит как от длительности их существования, так и истории каждого биоценоза.

Молодые, формирующиеся сообщества, как правило, имеют меньший набор видов, чем давно сложившиеся, зрелые. Биоценозы, созданные человеком (огороды, сады, поля и т. д.), обычно беднее видами по сравнению со сходными с ними природными системами (лесными, луговыми, степными). Однако даже самые обедненные биоценозы включают несколько десятков видов организмов, которые принадлежат к разным систематическим и экологическим группам. При этом одни виды биоценоза могут быть представлены многочисленными популяциями, а другие малочисленными. Отсюда следует, что в любом биоценозе можно выделить один или несколько видов, определяющих его облик. Так, облик лесного или степного биоценоза представлен одним либо несколькими видами растений. В бору — сосна, ель; в ковыльно-типчачковой степи — ковыль и типчак.

Виды, живущие за счет доминантов, получили название *предоминантов*. К примеру, в сосновом лесу таковыми являются кормящиеся на сосне насекомые, белки, мышевидные грызуны.

Однако не все доминантные виды одинаково влияют на биоценоз. В биоценозе есть и так называемые *эдификаторы* — виды, которые своей жизнедеятельностью в наибольшей степени создают среду для всего сообщества и без которых в связи с этим существование большинства других видов невозможно. Это строители сообщества. Удаление вида-эдификатора из биоценоза влечет за собой изменение физической среды, в первую очередь микроклимата биотопа. Эдификаторами наземных биоценозов выступают определенные виды растений: в березовых лесах — береза, в сосновых — сосна, в степях — злаковые растения (ковыль, типчак и т. д.). Ель в таежной зоне образует густые, сильно затененные леса. Под ее пологом могут обитать только растения, которые приспособлены к условиям сильного затенения, повышенной влажности воздуха, кислых оподзоленных почв. В соответствии с этим в еловых лесах формируется и специфичное население животных. В данном случае ель выступает в роли мощного эдификатора, обуславливающего определенный биоценоз.

Пространственная структура биоценоза определяется сложением его растительной части — фитоценоза, распределением наземной и подземной массы растений. Заселение организмами того или иного биотопа определяется его экологическими факторами, и в первую очередь особенностями атмосферы, горной породы, почвы и ее вод. В ходе длительного эволюционного развития, приспосабливаясь к определенным абиотическим и биотическим условиям, живые организмы так разместились в биоценозе, что практически не мешают друг другу, их распределение носит ярусный характер.

Разнообразные формы биотических отношений, в которые вступают те или иные виды в биоценозе (конкуренция, комменсализм, мутуализм, хищник-жертва и др.), определяют основные условия их жизни в сообществе, возможности добывания пищи и завоевания нового пространства.

Прямые и косвенные межвидовые отношения по значению, которое они имеют для занятия видом в биоценозе определенного положения, по классификации В. Н. Беклемишева (1970), подразделяются на четыре типа: 1) трофические, 2) топические, 3) форические и 4) фабрические.

*Трофические связи* наблюдаются, когда один вид питается другим - либо их мертвыми остатками, либо продуктами их жизнедеятельности. Как стрекозы, ловящие на лету других насекомых, так и жуки-навозники, питающиеся пометом крупных копытных, и пчелы, собирающие нектар растений, вступают в прямую трофическую связь с видами, которые предоставляют им пищу. При конкуренции двух видов из-за объектов питания между ними возникает косвенная трофическая связь, вследствие того что деятельность одного отражается на снабжении кормом другого. Воздействие одного вида на поедаемость другого или доступность для него пищи расценивается так же, как косвенная трофическая связь между ними. Так, гусеницы бабочек-монашенков, объедая хвою сосен, облегчают короедам доступ к ослабленным деревьям.

*Топические связи* характеризуют любое физическое или химическое изменение условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого. Данный вид связей отличается большим разнообразием. Топические связи заключаются в создании одним видом среды для другого (внутренний паразитизм или норовый комменсализм), в формировании субстрата, на котором поселяются или избегают поселяться представители других видов, во влиянии на движение воды, воздуха, изменение температуры, освещенности окружающего пространства, в насыщении среды продуктами насыщения и т. д. Морские желуди, поселяющиеся на коже китов, лишайники на стволах деревьев связаны прямой топической связью с организмами, представляющими им субстрат или среду обитания. Значительная роль в создании или изменении среды для других организмов принадлежит растениям. Из-за особенностей энергообмена растительность является мощным фактором перераспределения тепла у поверхности Земли и создания мезо- или микроклимата. Под пологом леса подлесок, напочвенный покров, животные находятся в условиях более выравненных температур, более высокой влажности воздуха и т. д. Хотя и в меньшей степени, травянистая растительность; также изменяет режим окружающего пространства.

В биоценозе трофические и топические связи имеют наибольшее значение, составляют основу его существования. Эти типы отношений удерживают друг возле друга организмы разных видов, объединяя их в сравнительно стабильные сообщества разных масштабов.

*Форические связи* — это участие одного вида в распространении другого. В роли транспортировщиков выступают животные. Как нами было отмечено ранее, перенос животными семян, спор, пыльцы растений называют *зоохорией*. Перенос же животными других, более мелких животных называют *форезией* (от лат. *форас*, — наружу, вон). Обычно перенос осуществляется с помощью специальных и разнообразных приспособлений. Форезия животных преимущественно распространена среди мелких членистоногих: например, у разнообразных групп клещей представляет собой один из способов пассивного их расселения. Она свойственна видам, для которых перенос из одного биотипа в другой жизненно необходим для сохранения или процветания.

Жуки-навозники нередко ползают с поднятыми подкрыльями, так как не в состоянии их сложить из-за густо усеявших тело клещей. При помощи форезии на насекомых распространяются некоторые виды нематод. Ноги навозных мух иногда имеют вид ламповых щеток из-за обилия прикрепившихся особей рода *Rhabditis*. Форезия среди крупных животных практически не встречается.

*Фабрические связи* — это такой тип биоценологических отношений, в которые вступает вид, используя для своих сооружений (фабрикации) продукты выделения или мертвые остатки или даже живых особей другого вида (В. Н. Беклемишев, 1970).

Например, птицы употребляют для постройки гнезд ветви деревьев, листья, траву, шерсть млекопитающих, пух и перья других видов птиц и т. д.

Каждый конкретный вид из-за сложности межвидовых взаимоотношений может преуспевать не везде, где складываются подходящие для него условия физической среды. Отмечают физиологический и синэкологический оптимумы в распространении вида.

*Физиологический оптимум* — благоприятное для вида сочетание всех видов абиотических факторов, при котором возможны наиболее быстрые темпы роста и размножения. *Синэкологический оптимум* — биотическое окружение, при котором вид испытывает наименьшее давление со стороны врагов и конкурентов, что позволяет ему успешно размножаться. Физиологический и синэкологический оптимумы далеко не всегда совпадают. Большинство листостебельных растений — амфитолерантные формы с широким оптимумом от слабокислых до слабощелочных значений рН и с диапазоном толерантности от 3,5 до 8,5 рН при выращивании в одновидовых посевах. В естественном же распространении некоторые из них ограничены относительно низкими пределами рН. В таком случае их синэкологический оптимум не совпадает с физиологическим оптимумом.

В отличие от видов, которые могут выдерживать конкуренцию в пределах своего физиологического оптимума, некоторые виды оттесняются в места с меньшей интенсивностью конкуренции. Тогда они полностью используют границы своей толерантности по отношению рН почвы. В результате, например, такой амфитолерантный вид растения, как толокнянка, распространен в большинстве своем на кислых и щелочных почвах.

Межвидовые связи, формирующие биоценоз, обуславливают закономерные соотношения в нем видов, их экологических особенностей, численности, распределения в пространстве, или, можно сказать, позволяют создать определенную структуру биоценоза.

### 2.3. Экологическая структура экосистем

Понятие «экосистема» предложил А. Тенсли в 1935 г., однако, как отмечает А.М. Гиляров, «четкого общепринятого определения экосистемы не существует, но обычно считается, что это совокупность разных обитающих вместе организмов, а также физических и химических компонентов среды, необходимых для их существования или являющихся продуктами их жизнедеятельности».

Экосистема не имеет территориального ранга. К числу экосистем могут быть отнесены муравейник, овраг, озеро, горный хребет, Тихий океан, евроазиатский материк, биосфера. Возможно построение иерархии экосистем: внутри крупной экосистемы могут быть выделены экосистемы более низких рангов. К примеру, в черте городской экосистемы выделяются экосистемы селитебной территории, лесопарка, крупных предприятий.

Несмотря на то, что в составе экосистемы могут быть тысячи видов, по функциональной роли эти виды можно объединить в ограниченное число функциональных типов — продуцентов, консументов и редуцентов, которые различал еще А.Лавуазье.

*Продуценты* - это автотрофы, т.е. организмы, синтезирующие органические вещества из неорганического углерода.

*Продуценты-фотоавтотрофы* — растения. Кроме того, в океане важную роль также играют цианобактерии. Фотоавтотрофы осуществляют фотосинтез из

углекислого газа и воды с выделением кислорода, используя солнечную энергию. В состав этой разнообразной группы организмов входят гиганты, подобные секвойе и эвкалипту, и микроскопические планктонные водоросли, являющиеся основными продуцентами водных экосистем. Цианобактерии способны, кроме того, фиксировать атмосферный азот. Существуют и продуценты-фотоавтотрофы, которые осуществляют фотосинтез без выделения кислорода (пурпурные бактерии), однако их общий вклад в биологическую продукцию экосистемы невелик.

*Продуценты-хемоавтотрофы* — серобактерии, метанобактерии, железобактерии, бактерии-нитрификаторы и др. для синтеза органических веществ используют химическую энергию окисления неорганических соединений. Эти организмы являются продуцентами экосистем в гидротермальных оазисах рифтовых зон океана и в экосистемах подземных вод на глубине до 3-5 км, где играют важную роль в биогеохимическом преобразовании земной коры. К этой же группе относятся почвенные бактерии-нитрификаторы, которые окисляют аммоний и нитриты.

*Консументы* — это организмы, которые используют готовое органическое вещество в живом или мертвом состоянии. Этот блок включает следующие функциональные группы:

*Фитофаги* - растительноядные организмы. Эта разнообразная группа в наземных экосистемах включает самые разные таксоны - от насекомых (например, термитов, которые являются основными фитофагами в тропических лесах) до крупных млекопитающих, подобных лосю, жирафу и слону. В водных экосистемах основными фитофагами являются мелкие организмы зоопланктона (так называемый растительно-ядный планктон).

*Зоофаги* — хищники. Как и фитофаги, зоофаги варьируют от крупных (лев, волк) до микроскопических (рачки зоопланктона). Хищники разделяются на типичных хищников, которые убивают жертву, и хищников с пастбищным типом питания, которые, не убивая жертву, используют ее длительное время (например, оводы, слепни).

*Паразиты* — организмы, длительное время живущие внутри или на теле другого организма - хозяина и питающиеся за его счет.

*Симбиотрофы* — микроорганизмы (грибы, бактерии, одноклеточные простейшие), которые связаны отношениями взаимовыгодного сотрудничества с растениями или животным (грибы микоризы, клубеньковые бактерии бобовых, бактерии и простейшие (амебы) пищеварительного тракта млекопитающих, включая человека). Они питаются прижизненными выделениями организмов (у растений) или участвуют в пищеварении (у животных).

*Детритофаги* — это животные, питающиеся детритом (мертвыми тканями растений и животных или экскрементами).

*Редуценты* (деструкторы) - это бактерии и грибы, которые в ходе жизнедеятельности превращают органические остатки в неорганические вещества, обеспечивая возвращение содержащихся в них элементов в почвенный раствор или воду (в водных экосистемах), откуда они повторно потребляются растениями. Благодаря редуцентам в атмосферу возвращается большая часть углекислого газа, потребленного в процессе фотосинтеза, а также образуется метан при анаэробном разложении органического вещества в условиях повышенной влажности.

Разделение организмов, питающихся мертвым органическим веществом (сапротрофов), на детритофагов и редуцентов условно. Так, до 40% бактерий водных экосистем, образующих бактериальный планктон, поедается в живом состоянии, т. е.

являются не редуцентами, а детритофагами. Они не поставляют ресурсы для растений, а сами являются пищевым ресурсом для консументов следующего трофического уровня.

Животные-детритофаги, размельчая органические остатки, облегчают «работу» редуцентов и тем самым участвуют в процессе разложения органического вещества. Наконец, любой детритофаг является еще и «хищником», поскольку, по словам М. Бигона, "питается сухим печеньем, намазанным арахисовым маслом» (потребляет мертвое органическое вещество вместе с поселившимися на нем живыми бактериями).

Разделение экосистем на *естественные* и *искусственные (антропогенные)*, создаваемые человеком, также относительно. Например, интенсивно используемое пастбище является одновременно естественным и искусственным: устойчивые к выпасу виды были отобраны из естественной луговой или степной экосистемы, но под влиянием хозяйственной деятельности человека. Человек влияет даже на заповедные экосистемы, получающие свою долю кислотных дождей и других загрязняющих веществ, которые переносятся в атмосфере на большие расстояния. Тем не менее, принято считать естественными экосистемами те, в которых вклад естественных факторов, определяющих их состав, выше, чем влияние человека.

### Вопросы для самоконтроля

1. Определение понятия «Популяция».
2. Топические связи. Краткая характеристика.
3. Охарактеризуйте основные функциональные типы организмов, входящих в состав экосистемы.

### Список литературы

#### *Основная*

4. **Мусохранов, В.Е.** Основы рационального природопользования: ресурсы, их воспроизводство, технологии, управление: учебное пособие; в 3 ч. Ч. I. / В.Е. Мусохранов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 183 с.
5. **Авраменко, И.М.** Природопользование: курс лекций для студентов вузов / И.М. Авраменко. – СПб.: Лань, 2003. – 128 с.
6. **Воронцов, А.П.** Рациональное природопользование: учебное пособие / А.П. Воронцов. – М.: ТАНДЕМ; ЭКМОС, 2000. – 304 с.

#### *Дополнительная*

2. **Булатов, В.И.** Россия: экология и армия. Геоэкологические проблемы ВПК и оборонно-военной деятельности / В.И. Булатов. – Новосибирск: ЦЭРНС, 1999. – 188 с.

## ЛЕКЦИЯ 3

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

#### 3.1. Агробиоценозы и их особенности

Сельское хозяйство существенно трансформирует природные комплексы. В результате сформировались разнообразные антропогенные сельскохозяйственные образования (пашни, садовые насаждения, луга, пастбища и т.д.), занимающие около трети суши, в том числе почти 1,5 млрд. га пашни. Территории, подлежащие ежегодной перепашке, требующие внесения удобрений, регулярного формирования искусственных (управляемых) фитоценозов, относятся к сельскохозяйственным образованиям полевого типа. Сады, ягодники, виноградники, плантации чая и кофейного дерева - садовые образования; они представляют собой многолетние фитоценозы. Наибольшую территорию в качестве базы для получения сельскохозяйственной продукции занимают луга и пастбища, простирающиеся от тропических саванн до субарктической зоны на площади более 3 млрд. га. В этих угодьях процесс формирования первичной биологической продукции идет естественным путем, и используется она для получения вторичной биологической продукции (разведение и содержание различных видов одомашненных животных, размножающихся под присмотром и управлением человека).

В сфере сельского хозяйства первичным структурным звеном, где, собственно, и происходит взаимодействие человека с природой, являются функциональные единицы - агроэкосистемы (или агробиогеоценозы). Надо, однако, отметить, что понятие это воспринимается неоднозначно. К примеру, по мнению Ю. Одума (1987), агроэкосистемы - это одомашненные экосистемы, которые во многих отношениях занимают промежуточное положение между природными экосистемами (луга, леса) и искусственными (города). Во всех агроэкосистемах экономические соображения влияют на структуру посевов и набор культур.

В свете современных представлений *агроэкосистемы* (агробиогеоценозы) - вторичные, измененные человеком биогеоценозы, ставшие значительными элементарными единицами биосферы; их основу составляют искусственно созданные, как правило, обедненные видами живых организмов биотические сообщества. Эти сообщества формируют и регулируют люди для получения сельскохозяйственной продукции. Агроэкосистемы отличаются высокой биологической продуктивностью и доминированием одного или нескольких избранных видов (сортов, пород) растений или животных. Выращиваемые культуры и разводимые животные подвергаются искусственному, а не естественному отбору. Как экологические системы агроэкосистемы неустойчивы: у них слабо выражена способность к саморегулированию, без поддержки человеком они быстро распадаются или дичают и трансформируются в естественные биогеоценозы (например, мелиорированные земли - в болота, насаждения лесных культур - в лес).

Агроэкосистемы с преобладанием зерновых культур существуют не более одного года, многолетних трав - 3...4 года, плодовых культур - 20...30 лет, а затем они распадаются и отмирают. Полезащитные лесные полосы, являющиеся элементами агроэкосистем, в степной зоне существуют не менее 30 лет. Однако без поддержки человеком (рубки ухода, дополнения) они постепенно «дичают», превращаясь в

естественные экосистемы, или погибают. Преобладающая разновидность агроэкосистем искусственные фитоценозы: окультуренные (планово эксплуатируемые луга и пастбища); полукультурные (непостоянно регулируемые искусственные насаждения — сеяные, многолетние луга); культурные (постоянно регулируемые многолетние насаждения, полевые и огородные культуры); интенсивно культурные (парниковые и оранжерейные культуры, гидропоника, аэропоника и другие, требующие создания и поддержания особых почвенных, водных и воздушных условий). Управление агроэкосистемой осуществляется извне и подчинено внешним целям.

**Типы агробиоценозов.** Выделено пять видов землепользования, по каждому из которых классифицированы агроэкосистемы:

1. Земледельческое, или полевое, землепользование - орошаемые агроэкосистемы (ротации зерновых, бобовых, кормовых, овощных, бахчевых, технических и лекарственных культур);

2. Плантационно-садовое землепользование - плантационные агроэкосистемы (чайный куст, дерево какао, кофейное дерево, сахарный тростник), садовые агроэкосистемы (плодовые сады, ягодники, виноградники);

3. Пастбищное землепользование - пастбищные агроэкосистемы (отгонные пастбища: тундровые, пустынные, горные; лесные пастбища; улучшенные пастбища; сенокосы; окультуренные луга);

4. Смешанное землепользование - смешанные агроэкосистемы, характеризующиеся равнозначным соотношением и сочетанием нескольких видов землепользования, а также процессов получения как первичной, так и вторичной биологической продукции;

5. Землепользование в целях производства вторичной биологической продукции - агропромышленные экосистемы (территории интенсивного «индустриализированного» производства молока, мяса, яиц и другой продукции на основе преобладающих процессов снабжения системы веществом и энергией извне).

**Круговорот веществ и потоки энергии в агроэкосистемах.** Сельскохозяйственным экосистемам свойственна разомкнутость биотического круговорота. Разомкнутость круговорота химических элементов, определена особенностями организации сельскохозяйственных экосистем, их структурой и функцией, той ролью, которую они выполняют. Основное назначение сельскохозяйственных экосистем - снабжать население продуктами растениеводства и животноводства. Эту задачу можно решить только за счет коренной перестройки потоков веществ в сельскохозяйственных экосистемах и в окружающей их среде. Фитомассу, выращенную на полях, в садах, огородах, теплицах, используют в аграрном ландшафте лишь отчасти - для питания сельского населения и кормления сельскохозяйственных животных. Эта относительно небольшая часть биомассы преобразуется в сельскохозяйственных экосистемах и возвращается в почвы агробиогеоценозов в форме навоза. Макро- и микроэлементы, изъятые из почв с урожаем, не полностью возвращаются в нее с навозом. С органическими удобрениями возмещается только приблизительно четвертая часть химических элементов, изъятых из почв с урожаем. Большая часть химических элементов, связанных в фитомассе, в виде зерна, корне- и клубнеплодов, фруктов мигрирует за пределы сельскохозяйственных экосистем, главным образом для снабжения городского населения продуктами питания, для обеспечения нужд промышленности растительным сырьем.

За пределы сельскохозяйственных экосистем мигрируют химические элементы, содержащиеся не только в фитомассе, но и в зоомассе - в телах сельскохозяйственных животных и птиц, в получаемых от них продуктах: молоке, шерсти, яйцах и т. д.

Химические элементы, экспортируемые с продуктами растениеводства и животноводства за пределы аграрных ландшафтов, выключаются из биотического круговорота сельскохозяйственных экосистем. Поступая с экскрементами людей в канализационные системы городов, других населенных пунктов, они вовлекаются в геологический круговорот.

Утечке химических элементов из сельскохозяйственных экосистем способствует традиционный способ утилизации трупов павших животных. Химические элементы, содержащиеся в них, при захоронении в могильники надолго выключаются из биотического круговорота сельскохозяйственных экосистем.

Биотический круговорот нарушается также в результате притока в сельскохозяйственные системы минеральных, азотных, фосфорных, калийных удобрений, пестицидов и других веществ.

В сельскохозяйственные экосистемы ежегодно поступает значительное количество разнообразных пестицидов, предназначенных для борьбы с вредными насекомыми, сорными растениями и другими вредителями сельского хозяйства. Пестициды включаются в пищевые цепи и биотический круговорот.

Следовательно, в сельскохозяйственных экосистемах изменяется баланс химических веществ: приток — отток. Это влияет на геохимическую обстановку в аграрных ландшафтах, состояние флоры и фауны, биологическую продуктивность и воспроизводительную способность культурных растений.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое агроэкосистема?
2. Какие типы агроэкосистем Вы знаете?
3. Как происходит круговорот веществ и потоки энергии в агроэкосистемах?

### **Список литературы**

#### *Основная*

- 1. Мусохранов, В.Е.** Основы рационального природопользования: ресурсы, их воспроизводство, технологии, управление: учебное пособие; в 3 ч. Ч. I. / В.Е. Мусохранов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 183 с.
- 2. Авраменко, И.М.** Природопользование: курс лекций для студентов вузов / И.М. Авраменко. – СПб.: Лань, 2003. – 128 с.
- 3. Воронцов, А.П.** Рациональное природопользование: учебное пособие / А.П. Воронцов. – М.: ТАНДЕМ; ЭКМОС, 2000. – 304 с.

#### *Дополнительная*

- 1. Булатов, В.И.** Россия: экология и армия. Геоэкологические проблемы ВПК и оборонно-военной деятельности / В.И. Булатов. – Новосибирск: ЦЭРНС, 1999. – 188 с.



для сельскохозяйственных культур, получения высококалорийных кормов. Так, например, жидкие отходы, как правило, фракционируются на жидкую и твердую части. Из них жидкую фракцию можно использовать по безотходной технологии Л.К. Эрнста и др. для получения товарной рыбы, для чего необходимо иметь биологические рачковые и рыболовные пруды, из которых получают товарную рыбу и чистую воду для окружающей среды. Твердую фракцию можно использовать для получения белкового корма для откорма скота. При этом, в течение 8 дней из 100 кг твердого навоза можно получить 10 кг высушенного полноценного белка из личинок домашней мухи, а из мясных отходов – личинок мясной мухи. Однако, твердые фракции чаще подвергаются биотермической обработке и используются как удобрения, а жидкие – для полива лугов и полей или в специальных оросительных системах. Но в большинстве хозяйств жидкую фракцию используют на поля в зимнее время замораживанием на небольшом расстоянии вокруг комплексов, что представляет собой санитарную угрозу как потенциальный источник отравлений и фактор передачи инфекционных и инвазионных заболеваний для животных и человека.

Отработанный воздух животноводческих помещений в виде вентиляционных выбросов тоже представляет собой определенную угрозу для сельской местности. В атмосферу ежедневно поступает от комплексов около 130 тонн аммиака, 9...10 тонн сероводорода и 700 ...800 млрд. микробных тел. В итоге загрязнения атмосферы и внесения больших количеств жидких навозных стоков на поля в непосредственной близости от животноводческих комплексов может привести к загрязнению территории площадью около 100 тыс. га.

В санитарно-защитной зоне между животноводческими предприятиями и жилой застройкой, между фермами и открытыми водоемами нельзя строить новые и расширять существующие объекты. Навозохранилища располагают за пределами фермы на расстоянии не менее 60 м от животноводческих зданий и не менее 100 м от молочных блоков.

Конструкция и эксплуатация сооружений для хранения жидкого навоза и стоков должны исключать возможность распространения инфекционных заболеваний (промежуточное карантинное выдерживание не менее 6 суток), фильтрацию жидкости в почву и грунтовые воды, вмещать не менее половины годового хранения навоза (для освобождения от патогенных бактерий и яиц гельминтов). Глубина залегания грунтовых вод — не менее 10 м от дна хранилища.

Загрязнителями почвы различными гельминтами, патогенными микроорганизмами могут быть фекальные массы, моча, промышленные стоки, почвенный смыв, трупы животных и т.д. Отмечено, что наиболее высокое загрязнение почвы гельминтами отмечается на приусадебных участках. С экскрементами в почву попадают биостимуляторы, применяемые в животноводстве, каустическая сода, используемая для очистки помещений, средства борьбы с вредителями и др. В связи с этим высокие дозы навоза могут оказать отрицательное влияние на плодородие почвы, жизнедеятельность полезных микроорганизмов и растения.

Животноводческие комплексы-гиганты часто не справляются с утилизацией отходов. С этой точки зрения оптимальными являются следующие размеры:

- молочных ферм – 400-600 голов,
- комплексов по откорму молодняка КРС – 3-5 тыс. голов,
- свиноводческих комплексов – 12-27 тыс. голов.

Для улучшения существующей ситуации необходимы следующие действия:

- перевод гидравлических систем на самотечно-сплавные системы навозоудаления (объемы стоков сокращаются в 2-2,5 раза),
- внедрение рециркуляционных систем движения стоков (расход воды снижается на 20 %),
- вынос объектов-загрязнителей с территорий водоохраных и прибрежных зон,
- создание зеленых санитарно-защитных зон.

Улучшению экологической ситуации должна способствовать паспортизация животноводческих комплексов.

**Экологический паспорт животноводческого комплекса** – это система санитарно-гигиенических факторов, которая отражает воздействие жизнедеятельности животноводческого комплекса на окружающую внешнюю среду (воздух, воду, почву, растения и др.) и охраняет ее от распространения вредных отходов животноводства (отработанный воздух, навозные стоки, трупы животных и др.).

Основой для разработки экологического паспорта является разрешение на природопользование, инструкции по эксплуатации технологического оборудования, паспорта очистных и производственных помещений, данные статистической отчетности, производственные показатели и нормативно-технические документы.

Экологический паспорт состоит из нескольких разделов, которые отражают показатели и ГОСТы на их определение; сведения о хозяйстве; основные технологические процессы содержания и выращивания животных; характеристики используемых энергоресурсов; показатели микроклимата помещений для скота и наружной воздушной среды территории комплекса; санитарные показатели почвы, питьевой воды и навозных стоков; характеристику очистных сооружений; сведения об эколого-экономической деятельности животноводческого комплекса и мероприятия по снижению загрязненности окружающей среды отходами промышленного животноводства.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Как осуществляется утилизация отходов на комплексах?
2. Что в себя включает экологический паспорт животноводческого комплекса?

### **Список литературы**

#### Основная

1. **Беклемешев, В.Н.** О классификации биоценологических (симфизиологических) связей / Беклемешев, В.Н. // Бюл. Моск. б-ва испытат. природы - Отд. биол., 1951, т. 56 № 5 – С.3-30.
2. **Беляков, В.Д.** Саморегуляция празитарных систем / Беляков, В.Д. – Л.: Медицины, 1987.– 240 с.
3. **Кисленко, В.Н.** Экология патогенных микроорганизмов: Учебное пособие / Кисленко, В.Н.// Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2000 – 228с.

#### Дополнительная

1. **Литвин, В.Ю.** Экологическая специфика природной очаговости сапронозов / Литвин, В.Ю. // Вопр. прир. очаговости болезней. – Алма-Ата: Наука, 1986. Вып. 14. – С. 114 – 125.
2. **Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения.** – М., 1988. – 232 с.

## ЛЕКЦИЯ 5

### ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И БОЛЕЗНЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

#### 5.1. Токсические вещества и соли тяжелых металлов в продукции растениеводства и животноводства

Главные источники загрязнения окружающей среды свинцом связаны с применением его в промышленности. Самый крупный выброс неорганического свинца (тетраэтилсвинца) в атмосферу происходит в результате сгорания алкилсвинцовых присадок к топливу, поэтому в больших городах концентрация свинца в воздухе может достигать 2-4 мкг/м<sup>3</sup>, в то время как в пригородных зонах до 0,2 мкг/м<sup>3</sup>. Средние значения свинца в почве 5-25 мг/кг.

Накопление свинца у животных происходит в результате его переноса от растений животным. МДУ допустимый уровень свинца в кормах сельскохозяйственных животных составляет от 3,0 - 5,0 мг/кг корма. Часть свинца может выводиться с фекалиями и молоком, достигая в нем от 5 до 12 мкг/л, и в этом случае может служить существенным источником свинца для детей. Около 10 % свинца адсорбируется в организме животных.

Свинец, являясь кумулятивным ядом, накапливается в организме с воздухом и пищей. Характерным ранним признаком свинцового отравления является анемия, вызванная нарушением в гемопоэтической системе (нарушение в синтезе гема и глобина, что выражается в повышении эритроцитарного протопорфирина). При хроническом воздействии свинца (у человека оно развивается при ежедневном поступлении 2 мг) возможны проявления энцефалопатии, нефропатии, кишечные колики, миокардит, нарушение функций щитовидной железы и надпочечников, тератогенность.

К наиболее опасным глобальным загрязнителям атмосферы также относится ртуть. Основными антропогенными источниками поступления ртути в атмосферу являются: производство ртути, хлора и каустика, сжигание всех видов топлива, приборостроение.

Пары ртути, попавшие в воздух: а) разносятся воздушным течением; б) сорбируются в воздухе; в) вымываются осадками; г) сорбируются почвой.

Ртуть, попавшая в водоем и почву, включается в круговорот металла во внешней среде. Ежегодно в результате сжигания каменного угля в атмосферу планеты выбрасывается около 3000 т ртути.

В незагрязненном атмосферном воздухе концентрации ртути составляют 0,8-1,2 нг/м<sup>3</sup>. Накопление ртути в продуктах животноводства объясняется ее выраженной способностью к биоконцентрации, в частности в результате скармливания животным рыбы, рыбной муки, а также мяса или мясокостной муки животных, кормившихся кормами, содержащими ртутные соединения. МДУ содержания ртути в кормах сельскохозяйственных животных составляет 0,05-0,1 мг/кг корма.

Механизм токсического действия ртути основан на способности, изменять активность ферментных систем, уменьшая количество свободных сульфгидрильных групп, т.е. блокирует активные радикалы аминокислот, нарушая структуру и функцию протеинов. В патогенезе это: изменения в центральной нервной и эндокринной

системах, сердце, печени, почках. Избирательное накопление ртути выявлено в почках и головном мозге.

В числе приоритетных загрязнителей окружающей среды, обладающих высокой токсичностью, также стоит кадмий. Наибольшее количество кадмия встречается в почве - до 0,7 мг/кг. В высоких концентрациях кадмий встречается в фосфорсодержащих минеральных удобрениях и некоторых фунгицидах. Накопление кадмия в растениях и кормах зависит от вида растений (картофель, бобовые содержат кадмия больше, чем зерновые), рН почвенного раствора (усвоение кадмия растениями выше в кислой среде) и места произрастания. МДУ кадмия в кормах сельскохозяйственных животных 0,3-0,4 мг / кг корма. Более низкая концентрация кадмия в морской воде (0,00011 мг/кг) по сравнению с речной (0,08 мг / кг) обуславливает низкое содержание его в морской рыбе. Такое же содержание кадмия в яйцах и молоке. В организме животных наиболее высокая концентрация кадмия установлена в почках.

Обладая высоким коэффициентом биологической кумуляции, кадмий проявляет эмбриотропное и канцерогенное действие. Вступая в конкуренцию в энзиматических системах с цинком, вызывает обеднение этим элементом мышц, костей, волос. Кадмий нарушает не только обмен цинка, но и кальция, фосфора, железа и меди, что выражается в нарушении формирования скелета, анемии, снижении запасов меди в печени.

Мышьяк широко распространен в природе главным образом в виде сернистых соединений. Особенно токсичны и опасны арсенаты, арсениты, мышьяковистый ангидрид. В чистом виде мышьяк менее токсичен.

Источником загрязнения продуктов животноводства являются лечебные мышьяковистые препараты (аминорсен, атоксил, миарсенол, новарсенол и др.), антгельминтики (арсенат олова, марганца, кальция и др.), акарицидные препараты (арсенит натрия, кальция). При использовании этих препаратов возможно накопление мышьяка в мышцах, и особенно в паренхиматозных органах животных, молоке, поэтому убой после лечения необходимо производить не ранее, чем за 24 дня. МДУ мышьяка в кормах для сельскохозяйственных животных составляет от 0,5 до 1,0 мг/кг корма.

Механизм действия мышьяка сводится к изменению тканевого обмена, которое проявляется в снижении окислительных процессов в организме, снижении тонуса и, в дальнейшем, параличом капилляров. Ацидад ведет к накоплению в тканях молочной и пировиноградной кислот, потери жидкости; метгемоглобинемии и гемолизу, уменьшению количества общего фосфора. Хроническая интоксикация при поступлении мышьяка с пищей может привести к поражению различных отделов головного мозга, инфильтрации печени, дистрофии почечных канальцев, а также к появлению злокачественных новообразований.

Медь является жизненно важным микроэлементом, недостаток, которого вызывает деформацию скелета, нарушение кроветворения. В тоже время, в условиях техногенного загрязнения медь, наряду со свинцом, никелем и др. выступает, как тяжелый металл.

Содержание меди в почве в среднем составляет 20 мг/кг, но может достигать до 150 мг / кг. Кислые почвы меньше накапливают меди, чем щелочные. Содержание меди в растениях специфично для каждого вида (больше в бобовых, сложноцветных, лютиковых), с возрастом содержание его в растениях уменьшается. МДУ меди в кормах сельскохозяйственных животных составляет от 30,0 - 80,0 мг/кг корма.

Медь обладает достаточно высокой степенью кумуляции. Местом наибольшего накопления является печень. Внезапная желтушность, гемолиз, метгемоглобинемия свидетельствуют о нарушении ее детоксицирующей функции.

До недавнего времени цинк считался сравнительно «благополучным» металлом и его токсичность не рассматривалась. Являясь «металлом жизни» он функционирует в 52 ферментах, участвуя в процессах белкового, углеводного и жирового обменов. Однако в последнее время все чаще появляются сообщения об отравлении цинком.

Валовое содержание цинка в гумусовом горизонте почв нашей страны колеблется от 20 до 80 мкг/г. Токсической считается концентрация цинка в корме свыше 0,1 %. Жвачные более чувствительны к избытку цинка, чем свиньи, птица и лошади. Следствием потребления больших количеств цинка является обеднение медью печени, почек и крови, у птицы нарушается обмен железа. МДУ цинка в кормах сельскохозяйственных животных 50,0 - 100,0 мг / кг корма.

Многолетнее, порой бессистемное использование антибиотиков в сельском хозяйстве, как в качестве лечебных средств, так и в качестве стимуляторов роста породило комплекс проблем. Появление резистентных штаммов бактерий привело к тому, что вынужден синтезировать все новые и новые соединения, в то время как адаптационные механизмы, выработанные в эволюционном процессе не способны обеспечить гомеостаз в организме. Такие препараты, как левомецитин, тетрациклин, эритромицин способны вызывать аутоиммунные, мутагенные и канцерогенные эффекты.

Потребление продуктов животноводства, содержащих остаточные количества препаратов, вызывает сенсibilизацию организма (чувствительность к чужеродным веществам) с последующим развитием аллергических реакций, дисбактериозов и т.д. Существенное значение в формировании этих патологий принадлежит накоплению препаратов в организме сельскохозяйственных животных при откорме: антибиотиков тетрациклинового ряда с целью улучшения усвояемости корма, уменьшения риска инфекций, удлинения сроков хранения продуктов; гормонов для стимуляции роста, увеличения привесов животных (например, тиростатики; бе-тазин, ХКА, ХКМ; половые гормоны, их синтетические аналоги и анаболические стероиды - эстрадиол, тестостерон, прогестерон, тренболон-ацетат, ацетат мегастрола, фитогормоны - фитоэстрогены, гибберелин и др.

По частоте обнаружения антибиотиков после молока на втором месте стоит мясо домашних животных. В некоторых случаях в говядине, свинине, мясе птиц обнаруживают до 1,0-2,0 ЕД/г вещества. В настоящее время нарастающую остроту приобретает проблема загрязнения окружающей среды техногенными загрязнителями: химическими токсикантами промышленных выбросов и отходов, а также токсическими веществами, вносимыми с различными химикатами, используемыми в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками и вредителями в растениеводстве.

Значительное поступление минеральных и органических веществ в объекты природной среды создало предпосылки к накоплению в продуктах таких потенциально опасных для здоровья веществ, как пестициды, тяжелые металлы, азотсодержащие вещества и т.д. В настоящее время вокруг промышленных центров сконцентрировано большое количество предприятий, производящих продукты животноводства и растениеводства. Естественно, что животные также подвергаются антропогенным воздействиям.

В растениях этих зон количество мышьяка достигает 7 и более мг на кг сухого вещества. В то время как МДУ в кормах растительного происхождения составляет 1 мг/кг, а для коров и овец - 0,5 мг/кг.

Мышьяк токсичен и способен кумулироваться в органах продуктивных животных и выделяться с молоком и яйцами.

Находясь в избыточных количествах в окружающей среде, тяжелые металлы через желудочно-кишечный тракт или легкие попадают в организм животного. В природе могут наблюдаться острые и хронические отравления соединениями тяжелых металлов. Особо важное значение придается хроническим отравлениям. Интоксикация соединениями тяжелых металлов у животных сопровождается угнетением активности ферментов, выходом в кровяное русло аминотрансфераз, снижением синтеза альбуминов, нарушением окислительно-восстановительных реакций и метаболических процессов в организме, морфологическими изменениями в паренхиме почек и печени. Из часто встречающихся особо токсичных тяжелых металлов выделяют свинец, кадмий, хром.

Установлено, что тяжелые металлы являются фактором, усугубляющим течение патологии сердца, почек и печени.

Многие тяжелые металлы, являясь сильными мутагенами, отрицательно влияют на воспроизводительные и продуктивные качества сельскохозяйственных животных.

Интенсивная эксплуатация промышленных предприятий и несовершенные методы очистки сточных вод и воздушных масс этих предприятий, приводят к постепенному накоплению токсических веществ в окружающей среде, что представляет опасность для здоровья людей, сельскохозяйственных животных. Кроме того, многие территории находятся в зоне радиоактивного загрязнения в результате аварии. Поэтому можно предположить, что комбинированное действие химических веществ и ионизирующих излучений может вызвать усиление поражающего эффекта, то есть синергическое действие.

### Вопросы для самоконтроля

1. МДУ содержания ртути в кормах сельскохозяйственных животных?
2. Содержание меди в почве.

### Список литературы

#### Основная

3. **Беклемешев, В.Н.** О классификации биоценологических (симфизиологических) связей / Беклемешев, В.Н. // Бюл. Моск. б-ва испытат. природы - Отд. биол., 1951, т. 56 № 5 – С.3-30.
4. **Беляков, В.Д.** Саморегуляция празитарных систем / Беляков, В.Д. – Л.: Медицины, 1987.– 240 с.
3. **Кисленко, В.Н.** Экология патогенных микроорганизмов: Учебное пособие / Кисленко, В.Н.// Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2000 – 228с.

#### Дополнительная

1. **Литвин, В.Ю.** Экологическая специфика природной очаговости сапронозов / Литвин, В.Ю. // Вопр. прир. очаговости болезней. – Алма-Ата: Наука, 1986. Вып. 14. – С. 114 – 125.
2. **Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения.** – М., 1988. – 232 с.

## ЛЕКЦИЯ 6

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

#### 6.1. Возбудители сибирской язвы, лептоспироза, туберкулеза, туляремии, листериоза, злокачественного отека

**Возбудитель сибирской язвы** - патогенный анаэроб *Bacillus anthracis*. Возбудитель болезни, попадая в почву, способен совершать цикл: вегетативная клетка - спора - вегетативная клетка. Микроб приспособился к жизни вне организма, где на него постоянно оказывают влияние различные природные факторы. Основное место его обитания - почва.

Наиболее интенсивное размножение с увеличением численности популяции происходит в сентябре - октябре, тогда как в апреле-июне численность микроба в почве сокращается. Вирулентные штаммы сибиреязвенного микроба выделяли из почвы скотомогильников 30...50-летней давности, что убедило ученых в ведущей резервуарной роли почвы для возбудителя. Вегетация микроба в почве происходит при температуре не ниже 8...12°C, достаточной влажности, нейтральной или слабощелочной реакции, а также при определенном аминокислотном и микроэлементном составе.

Наиболее благоприятные условия для вегетации и размножения возбудителя в черноземных почвах степной зоны, которые прогреваются до 30...35°C, достаточно увлажненные, хорошо аэрируемые, нейтральные и богатые перегноем. В этих условиях продолжительность полной генерации микроба (проращивание спор, вегетация и размножение, спорообразование) сокращается до минимума, так что в течение лета внеорганизменная часть популяции возбудителя может пройти несколько генераций и ее численность может быть значительно увеличена.

Для нормального цикла развития в почве возбудителю сибирской язвы необходимы: наличие органических веществ (1...14%), влажность почвы выше 50 % от общей влагоемкости, нейтральная или слабощелочная рН, температура от 15 до 35 °С.

Существует немало сведений о влиянии на эпизоотический процесс сибирской язвы климатических, метеорологических, ландшафтно-географических и других условий. Отмечено, что в дождливое холодное лето сибирская язва развивается спорадически, а в годы с жарким летом эпизоотически.

Максимальная заболеваемость скота сибирской язвой в летнее время определяется тем, что при засухе, характеризующейся обилием пыли, животное вместе с частицами почвы заглатывает большое количество спор. В жаркое и засушливое лето, когда трава на пастбищах выгорает, скот нередко перегоняют на высыхающие болота, в овраги, на заброшенные скотомогильники и прочие места, куда прежде выбрасывались трупы сибиреязвенных животных. Сухие стебли растений и корневища, поедаемые в период пастбищной бескормицы, повреждая слизистые оболочки рта и пищевода, способствуют попаданию и развитию инфекции в организме животного. Лёт слепней и других членистоногих, участвующих в распространении инфекции среди животных, также определяет формирование летней сезонности сибирской язвы.

Зависимость между метеорологическими условиями и частотой случаев сибирской язвы обуславливают кровососущие насекомые (слепни).

Полеты и нападения слепней на животных обычно начинаются при температуре не ниже 15...16 °С, достигая большой интенсивности при 19...20 °С и выше. Особенно

активны и назойливы слепни в душную и жаркую погоду, предшествующую дождю. Они играют большую роль в распространении сибирской язвы, особенно в тех местах, где их много, т. е. в таежной полосе. По мере продвижения на юг, роль слепней в переносе снижается.

Слепни играют огромную роль в процессе передачи возбудителя от больного животного или от трупа, здоровому. Они садятся на свежие трупы животных с неснятой кожей, но насосаться крови не могут из-за отсутствия ее циркуляции. При попытках проколоть свежие сибиреязвенные трупы слепни достаточно интенсивно инфицируют свой ротовой аппарат бациллами сибирской язвы. Возбудитель инфекции в ротовом аппарате слепней сохраняется до 7 сут, в зобу — до 2, в желудке — до 2 сут. Во внутренних органах происходит частичное размножение бацилл, а также спорообразование. Зараженный слепень в течение 2 сут выделяет с испражнениями возбудителя (до 15...20 выделений за сутки). Установлено, что через укол зараженного от трупа слепня происходит заражение здорового животного.

Помимо слепней в распространении возбудителя сибирской язвы участвуют комары, мухи, кровососки.

В развитии эпизоотического процесса сибирской язвы отмечают два периода: пассивный и активный, что обусловлено определенным влиянием температуры. Пассивный период приходится на отрицательные и положительные температуры до 10 °С, а активный — на температуры выше 10 °С (вегетация начинается при температуре выше 12 °С).

Известно, что бациллы остаются жизнеспособными при отрицательной температуре: при — 10°С до 24 сут, а при — 24 °С — 12 сут. При наступлении отрицательных температур резко сокращается число неблагополучных пунктов.

Чем внезапнее и быстрее кривая осадков понижается, тем резче возрастает число заболеваний, если при этом устанавливается сухая жаркая погода. Число случаев сибирской язвы обратно пропорционально сумме выпадающих осадков. Недостаток атмосферных осадков приводит к понижению уровня грунтовых вод, обнажению верхних слоев заболоченной почвы, где сохраняются и размножаются сибиреязвенные микробы. Уменьшение количества осадков и последующая засуха способствуют заболеваемости сибирской язвой потому, что в этих условиях пастбищная бескормица ослабляет организм животных, а отсутствие травы и низкорослые стебли увеличивают степень контакта скота с инфицированной почвой. К тому же начинается активный лет слепней, а значит, возрастает число случаев передачи ими возбудителя сибиреязвенной инфекции животным.

Сибирская язва встречается на всех материках и практически во всех странах мира, как среди животных, так и среди людей.

В зарубежных странах выделены три зоны, характеризующиеся степенью пораженности территорий: наиболее неблагополучны страны, находящиеся севернее 50° северной широты; страны со средним уровнем заболеваемости расположены между 45 и 50° северной широты; наиболее пораженные сибирской язвой страны, находящиеся к югу от 45° северной широты, главным образом, в бассейне Средиземного моря. Вспышки сибирской язвы регистрируют почти во всех государствах Азии, но наиболее часто в Индии, Иране, Ираке.

Азиатский континент занимает ведущее место в мире по числу вспышек и зарегистрированных случаев сибирской язвы животных. На Индию, Иран, Турцию приходится более 75 % общего числа вспышек на азиатском континенте.

**Возбудитель лептоспироза** — *Leptospira interrogans* — один из немногих видов патогенных бактерий, сапрофитное существование которых целенаправленно изучалось в естественных условиях природного очага в ходе многолетних полевых экспериментов.

Лабораторные опыты показали, что лептоспиры серогруппы *Australis* выживали в почве сахарных плантаций (температура 20...29 °C, влажность 34...37 %, pH 6,1...6,2) до 43 сут при заражении почвы культурой и до 15 сут при внесении инфицированной мочи крыс. Лептоспир ряда серогрупп обнаруживали в почве до 152 сут, причем несколько дольше они сохранялись в слабощелочной среде. Многочисленная часть выводящихся из организма лептоспир быстро погибает в почве, что приводит к резкому падению их концентрации в первые сутки.

Другая часть лептоспир, переходит к сапрофитному существованию в почве. Они регулярно обнаруживаются как через несколько суток, так и через несколько месяцев после попадания в почву. Несмотря на низкую численность, именно данная часть популяции обеспечивает, вероятно, сохранение лептоспир в природном очаге даже при отсутствии активной циркуляции.

Ничтожно малое число лептоспир из внеорганизменной части популяции внедряется в здоровых животных, обеспечивая тем самым процесс циркуляции возбудителя и пополняя гостальную часть его.

Средой обитания патогенных лептоспир служат также органы и ткани животных восприимчивых видов. Почки, точнее почечные клубочки и канальцы, а для некоторых сероваров целиком мочеполовой тракт, оказались биологической нишей, в которой в процессе эволюции патогенные лептоспиры нашли необходимые условия для размножения, длительного сохранения и выделения во внешнюю среду.

Грызуны — основные хозяева лептоспир: серые и черные крысы, полевые мыши, серые полевки. Такая приуроченность свидетельствует о широте распространения лептоспир отдельных сероваров в природе по ареалу их основных хозяев.

Основными хозяевами лептоспир одного серовара могут быть животные различных видов, а у животных одного вида могут паразитировать лептоспиры различных сероваров и даже серогрупп. Для многих из них животное данного вида может быть случайным хозяином. Кроме того, резервуаром лептоспир одного и того же серовара в различных зонах могут стать животные разных видов. Вместе с тем между лептоспирами и их хозяевами устанавливается биологическое равновесие, не сопровождающееся видимым болезнетворным влиянием паразита на хозяина. Инфекция, вызываемая у крыс и мышей, не имеет внешних проявлений.

*Grippolyphosa* менее адаптирована к своему хозяину — полевкам. В зоне, где инфицировано до 80 % популяции, некоторые зверьки медленно передвигаются, имеют выраженные поражения почек и даже погибают.

Паразитирование лептоспир, несмотря на выраженную адаптацию, не безразлично для организма хозяина: у грызунов-лептоспираносителей множественные кровоизлияния в легких и почках, интерстициальный нефрит и дегенеративные изменения почечной паренхимы, слабость и потеря активности.

Инфекционный процесс у сельскохозяйственных животных характеризуется сглаженностью отношений между паразитом и хозяином. Проникновение возбудителя в организм сопровождается болезнью только у немногих особей; у большинства же отмечается бактериемия, образование специфических антител и лептоспироурия. Продолжительность лептоспироурии составляет месяцы и даже годы.

Лептоспиры *Pomona* выделены от свиней и крупного рогатого скота на всех континентах. В России на их долю от общего числа выделенных культур приходится у крупного рогатого скота 40 %, у свиней 51,8, а у полевых и лесных мышей 23, 15 %. Однако у сельскохозяйственных животных выделяют серовар *Pomona*, а у мышей — преимущественно серовар *Mozdok*, случаи выделения которого от свиней и крупного рогатого скота единичны.

У грызунов и сельскохозяйственных животных паразитируют лептоспиры различных сероваров и, следовательно, мыши не служат источником возбудителя лептоспироза свиней и крупного рогатого скота. Источником инфекции для поголовья благополучных ферм служат свиньи и крупный рогатый скот — лептоспираносители.

Широкая распространенность лептоспироза у свиней и крупного рогатого скота, вызываемая лептоспирами *Tarassovi*, отсутствие природных очагов и хозяев этих лептоспир среди диких млекопитающих подтверждает вывод, что на территории РФ сельскохозяйственные животные служат основными хозяевами, а значит, и источником возбудителя инфекции.

Лептоспирами *Canicola* и *Icterohaemorrhagiae* сельскохозяйственные животные заражаются от основных хозяев — собак и серых крыс. Собаки довольно часто инфицируют сельскохозяйственных животных. Обычно это заканчивается спорадическими случаями заболевания без развития эпизоотического процесса.

Большое количество положительных реакций с упомянутыми лептоспирами и малое количество выделенных культур свидетельствуют об иммунизирующей субинфекции: крупный рогатый скот постоянно инфицируется малыми дозами лептоспир *Hebdomadis*, отвечая на это образованием антител и формированием иммунитета.

Таким образом, сельскохозяйственные животные служат основными хозяевами — резервуаром лептоспир сероваров *Tarassovi* и *Pomona*, а крупный рогатый скот, кроме того, *Hardjo*, свиньи — *Munchen* и *Bratislava*.

Если сельскохозяйственные животные — дополнительные хозяева, то заражение обычно происходит от основных хозяев: полевых крыс, насекомых, собак и др. Случаи межвидового заражения, например, свиней от крупного рогатого скота, а крупного рогатого скота, ягнят и лошадей от свиней также многократно описаны в литературе. Заражение крупного рогатого скота в пастбищный период наблюдали многие исследователи.

Крупный рогатый скот от свиней или свиньи от крупного рогатого скота в большинстве случаев заражаются при использовании для поения или купания общих водоемов со стоячей водой (пруды, болотца, лужи). Территориальное разделение свиноводческих ферм от ферм крупного рогатого скота, прекращение доступа животных к открытым водоемам практически делает невозможным перезаражение животных этих двух видов.

От собак сельскохозяйственные животные заражаются через инфицированную воду. Собаки, как и пушные звери, могут заражаться при поедании продуктов убой больных животных.

**Микобактерии туберкулеза.** Больные туберкулезом животные и птицы обсеменяют прежде всего почву территории ферм и пастбищ, подстилку в помещениях.

Возбудителями инфекционных болезней эволюционно выработано свойство выделяться из организма зараженного хозяина для того, чтобы не закончить свое существование вместе с больным организмом и перейти в другой организм. Таким

образом, обеспечивается и сохраняется жизнедеятельность вида данного патогенного микроорганизма.

На пастбищах, где ранее выпасали больной туберкулезом крупный рогатый скот, отмечают заражение здоровых животных этого и других видов. В условиях пастбищного содержания нередко происходит спонтанное заражение животных. Возбудитель туберкулеза может передаваться от больных животных здоровым посредством укуса комаров, клещей и больной туберкулезом дикой птицей.

Установлено, что естественно инфицированный и больной туберкулезом крупный рогатый скот может выделять в течение суток до 37 млн. микробных тел микобактерий туберкулеза. В 1 г экскрементов коровы содержится около 2 тыс. микобактерий туберкулеза (колебания составляют от 40 до 4400 микробных тел в 1 г фекаес).

Патогенные микобактерии обнаружены на траве пастбищ, зараженных фекалиями больного туберкулезом крупного рогатого скота, и в почве пастбищ. Из торфяной почвы выделены виды микобактерий, вызывавшие сенсibilизацию крупного рогатого скота к туберкулину, и непигментированные микобактерии, вызывавшие гибель кур и кроликов в дозе 1 мг культуры.

Атипичные микобактерии обнаруживают в почве, в том числе на территориях благополучных по туберкулезу крупного рогатого скота, в организме диких птиц, не реагирующих на туберкулин животных и в животноводческих помещениях.

При пастбищном содержании крупного рогатого скота животные тесно контактируют с почвой пастбищ. В связи с физиологическими особенностями при поедании растений на пастбище, животные отрывают надземную их часть, а при слабом укоренении растений выдергивают его с корнями и заглатывают с частицами почвы на корнях.

Сроки сохранения микобактерий птичьего вида в почве неодинаковы: от 12 мес. до 3 лет. В песчаной почве они сохранялись 9 мес., в глинистой — 20 и в черноземе — 25 мес. Для дерново-подзолистой почвы срок сохранения жизнеспособности микобактерий туберкулеза составляет 17 мес.

В естественных субстратах (почва, водоем) патогенные микобактерии контактируют как с жидкой фазой объектов, так и с твердыми поверхностями. В почвах *Mycobacterium bovis* обладает широкой экологической валентностью; длительность выживания находится в зависимости от физико-химического состава и биологического состояния почв. В естественных условиях на пастбище, обсемененном фекалиями больных туберкулезом животных, *Mycobacterium bovis* выживают 2 года и сохраняют вирулентность до года. Из естественно и искусственно обсемененной почвы *Mycobacterium bovis* выносятся произрастающими на ней растениями. На пастбищах, обсемененных возбудителем туберкулеза, происходит заражение крупного рогатого скота.

В глубокой несменяемой подстилке птичника возбудитель туберкулеза птичьего типа сохраняет жизнеспособность 10 лет (срок наблюдения): по мере переживания в популяции происходит потеря вирулентности большинства культур микобактерий.

При длительном переживании в почвах и глубокой несменяемой подстилке происходят изменения морфологических, культуральных, биохимических свойств микобактерий, сопровождающиеся их полиморфизмом, диссоциацией, снижением вирулентности, появлением пигментированных и резистентных к туберкулостатическим препаратам культур.

**Возбудитель туляремии** обладает значительной устойчивостью во внешней среде, особенно при низких температурах. Проведено достаточное количество исследований

о выживаемости возбудителя туляремии в воде открытых водоемов, при различных лабораторных условиях, в зернофураже, трупах погибших животных и др. Во влажной почве при 23...29°C возбудитель может сохраняться 2,5 мес, при 4 °C — до 4 мес, в подсохшей почве — 7... 10 сут; в инфицированном иле при —7°C — до 3 мес.

Установлено, что природные очаги туляремии приурочены к почвам несколько иного состава, чем при лептоспирозах; а именно к дерновым, оглееным, глинисто-песчаным и супесчаным с сильно-, средне- и слабокислой реакцией, содержание азота в которых очень низкое, содержание фосфора и калия — низкое и очень низкое.

**Возбудитель листериоза** растет в широком диапазоне температур, однако его подвижность, хорошо выраженная при 20 °C, утрачивается при 37 °C. Вирулентность листерий, изученная на куриных эмбрионах, оказалась выше у штаммов, выращенных при 4 °C, чем при 37 °C, благодаря активизации цитотоксического компонента гемолизина при низких температурах.

В прудовой воде листерии выживали 737 сут (срок наблюдения), причем при низких температурах (2...5 °C) срок этот возрастает. Наиболее длительное сохранение и активное размножение листерий в воде происходит при 4 °C. Увеличение жизнеспособности листерий с понижением температуры от 37 до 4 °C отмечено и в других экспериментах. Концентрация листерий в речной и прудовой воде при 5 °C возрастала за 1...2 нед в 500...900 раз; при 18...20°C за 7... 12 сут концентрация микробов возрастала в сотни и тысячи раз. Размножение стимулируют также и органические вещества. Листерии широко распространены в сточных водах, речной, озерной воде, иле; они преобладают над сальмонеллами как по численности, так и по жизнеспособности. В сточных водах наибольшая концентрация листерий в осадке.

Сроки выживания листерий в почве составляют 6... 12 мес. Доказаны их высокие темпы размножения: при 18...20 °C за 6 сут их концентрация возросла в 1500...3000 раз. Наиболее интенсивное размножение листерий в почве происходит в весенний и осенний периоды, что связано с низкими температурами и высокой влажностью. Темпы размножения зависят кроме температуры от гумусового состава почв, содержания азота, влажности, величины рН. Так, в черноземах концентрация листерий за 4... 10 сут возрастала в 1200...4000 раз. Активно размножаются листерии в различных растительных субстратах, особенно при низких температурах. Длительное обитание и размножение листерий в почве подтверждено экспериментально. Почва служит резервуаром в природе не только для *L. monocytogenes*, но и для шести других недавно обнаруженных видов листерий.

Концентрация листерий во внешней среде повышается весной и осенью, зимой стабилизируется, а летом снижается. При 18...25 °C в почве и растительных субстратах происходят процессы диссоциации и L-трансформации листерий, которые имеют адаптивную природу, определяя возможность их существования в летний период. Обитание во внешней среде может сопровождаться также обратимыми изменениями ферментативной активности и вирулентности. Отмечена и диссоциация листерий на S- и R-формы, причем последняя сохраняет заражающую способность. Измененными свойствами обладали 40 штаммов листерий, выделенные из силоса.

Таким образом, листерии являются психрофильными микробами, имеющими две среды обитания (организм хозяина и внешняя среда), а листериоз следует отнести к сапронозным инфекциям.

Один из возбудителей **злокачественного отека** — *Clostridium perfringens*. При экспериментальном внесении сохранялся в почве 3 года с периодическими колебаниями численности. С весны до осени отмечено размножение микроба. В

экспериментально зараженной почве пастбищ эти клостридии выделяли на протяжении 6 мес. с глубины не менее 10 см.

Жизнедеятельность возбудителей газовой гангрены возможна лишь в условиях почвенного биоценоза, тогда как в стерильной почве они быстро отмирают, что объясняется какими-то симбиотическими отношениями. Подобное свойство отмечено и у столбнячного микроба, который при обитании в почве образует «неразделимый симбиотический комплекс, с другими микроорганизмами».

Многочисленные факты заставляют придавать исключительно важное значение почве как среде обитания клостридий. У почвенных штаммов столбнячного микроба преобладают функции, присущие микробам-сапрофитам, над функциями, характерными для паразитов. Несоответствие наибольшей биологической активности и патогенности у клостридий указывает на то, что патогенность — нередко случайное, второстепенное свойство, которое может и не проявляться. Многие исследователи считают, что патогенные клостридии — почвенные микроорганизмы. Подтверждением служит большая частота обнаружения патогенных клостридий в почве по сравнению с содержимым кишечника животных, а также положительная корреляция между заболеваемостью животных и обсемененностью почв микробом.

Альтернативная позиция состоит в том, что единственной средой обитания патогенных клостридий, где они могут жить и размножаться, служит кишечник травоядных животных.

Относительная роль животных и почвы меняется в разных ландшафтных зонах; с севера на юг по мере улучшения почвенно-климатических условий уменьшается роль животных и возрастает роль почвы, как резервуара столбнячного микроба.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Краткая характеристика микобактерий туберкулеза.
- 2) Продолжительность жизни лептоспироза?
- 3) Природные очаги туляремии.

### Список литературы

#### Основная

1. **Беклемешев, В.Н.** О классификации биоценологических (симфизиологических) связей /Беклемешев, В.Н. // Бюл. Моск. б-ва испытат. природы - отд. биол., 1951, т. 56 № 5 – С.3-30.
2. **Беляков, В.Д.** Саморегуляция празитарных систем / Беляков, В.Д. – Л.: Медицины, 1987. – 240 с.
3. **Кисленко, В.Н.** Экология патогенных микроорганизмов: Учебное пособие /Кисленко, В.Н.// Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2000 – 228с.

#### Дополнительная

1. **Литвин, В.Ю.** Экологическая специфика природной очаговости сапронозов / Литвин, В.Ю. // Вопр. прир. очаговости болезней. – Алма-Ата: Наука, 1986. Вып. 14. – С. 114 – 125.
2. Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения – М., 1988. – 232 с.

## ЛЕКЦИЯ 7

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПАРАЗИТОВ

#### 7.1. Трихинелла, эхинококкоз, подкожный овод

Поскольку трихинеллы – космополиты – существуют в природе с глубокой древности, хорошо адаптированы к животным с преимущественно мясным типом питания, их следует рассматривать как сочленов любого биоценоза. Трихинеллы являются регуляторами численности своих хозяев. Патогенное воздействие на хозяина трихинеллы оказывают через свои продукты метаболизма, симбионтов и сопутствующей микрофлоры. В период острого и интенсивного трихинеллеза, протекающего 4-5 недель от момента заражения, некоторые животные испытывают довольно сильное угнетение, а молодые особи до 3-х месячного возраста могут погибать. Смерть чаще обусловлена осложнениями в виде пневмонии и миокардита, развивающихся от симбионтов трихинелл – стафилококков или от сопутствующих возбудителей других инфекций.

Непосредственное патогенное воздействие трихинеллезной инвазии на хозяина ограничено многочисленными факторами. Во-первых, тяжелое течение трихинеллеза у канид наблюдается только у молодняка раннего возраста и при высокой дозе инвазионного начала. Сочетание этих двух условий в природе – явление нечастое. Высокая концентрация трихинелл у хозяина вообще встречается редко, а у канид – никогда. Следует также иметь в виду, что воспитание молодняка происходит в период, наиболее благоприятный для добычи корма. Во-вторых, те животные, которые могут интенсивно заражаться трихинеллезом в любом возрасте (медведи, енотовидные собаки, барсуки) сдерживаются тем же фактором – низкой концентрацией трихинеллезной инвазии. Ее в природе много, но она рассеяна, а для интенсивной инвазии крупного животного требуется высокая доза. И, в-третьих, если хозяин в высокой степени восприимчив к трихинеллезу, и он получает большую дозу инвазии, развивается тяжелая болезнь на кишечной фазе паразитирования трихинелл, и животное погибает еще до наступления инвазионности новой генерации гельминта. Так что реальная возможность интенсивного заражения животного трихинеллезом весьма затруднительна, а, следовательно, роль трихинелл как регуляторов численности хозяев ограничена.

С другой стороны, трихинеллы выполняют многосторонние функции, обеспечивающие хозяину выживание и процветание. В этом заинтересован, прежде всего, паразит, так как хозяин для него – среда обитания и вне хозяина трихинеллы развиваться не могут. Исходя из идеи целесообразности явлений в природе и руководствуясь формальной логикой, трихинеллы за условия первостепенной важности должны дать хозяину адекватное “вознаграждение”. И трихинеллы это требование выполняют.

Они, обладая мощными антигенными стимуляторами широкого спектра, во-первых, обеспечивают индукцию специфического иммунитета высокой напряженности, предохраняющего хозяина от повторного, опасного для здоровья, заражения трихинеллезом на всю жизнь. Во-вторых, одновременно хозяин иммунизируется и против стафилококков – симбионтов трихинелл, вездесущих возбудителей различных гнойных процессов и сепсиса. В-третьих, если трихинеллы несут с собой еще

возбудителей других инфекционных заболеваний (чумы, бешенства, пастереллеза, бруцеллеза и т.д.), то хозяин иммунизируется и против этих болезней. В этом случае трихинеллы выполняют роль “биологического шприца”. В-четвертых, как известно, антигены трихинелл имеют общие детерминанты со многими другими гельминтами, простейшими и бактериями и, следовательно, имея иммунитет высокой напряженности против трихинелл, хозяин одновременно проявляет устойчивость к этим инвазиям и инфекциям. И, наконец, в-пятых, трихинеллы, стимулируя иммунную систему хозяина, поддерживают ее на высоком уровне и, следовательно, способствуют главной задаче иммунитета – охране генетического постоянства внутренней среды организма среди непрерывно меняющегося внешнего мира.

В течение первых двух недель после заражения патогенез инвазии определяется ферментативным и токсическим воздействием метаболитов кишечных стадий трихинелл. Метаболиты зрелых трихинелл обладают иммуносупрессивным действием, в результате которого подавляется воспалительная реакция, что позволяет личинкам беспрепятственно мигрировать по кровеносному руслу. К концу 2 недели, на 3 неделе в организме инвазированного накапливается достаточно высокий уровень специфических антител, иммуносупрессивная активность трихинелл ослабевает и возникают аллергические реакции немедленного типа. В этот период и наблюдаются основные клинические проявления.

Вследствие бурной воспалительной реакции в стенке кишки кишечные трихинеллы гибнут. В мускулатуре вокруг личинок развиваются массивные круглоклеточные инфильтраты, на базе которых формируются фиброзные капсулы. При этом поступление метаболитов личинок трихинелл прекращается и общие аллергические реакции снижаются. Постепенно в капсулах откладывается известь, но личинка может оставаться вполне жизнеспособной и в обызвествленной капсуле.

Эхинококкоз — зооноз, хронически протекающее цестодозное заболевание сельскохозяйственных, диких промысловых животных и человека, вызываемое паразитированием личиночной стадии цестоды семейства Taeniidae, подотряда Taeniataчаще без выраженных клинических признаков, вызывает снижение продуктивности животных, иногда приводящий к падежу. Локализация – печень, почки, легкие, селезенка, реже другие органы (включая костную ткань).

*Echinococcus granulosus*, лента которого длиной 2—6 мм состоит из сколекса с 28...40 крючьями и 3—4 члеников. Инвазированные ленточными гельминтами плотоядные выделяют во внешнюю среду членики с яйцами. Заражение промежуточных хозяев происходит путем заглатывания с пищей или водой яиц эхинококков.

Дефинитивными хозяевами эхинококков являются собака, волк, рысь, куница, хорек и др., у которых паразитирует половозрелая форма гельминта, промежуточными — домашние и дикие животные.

Яйца эхинококков при оптимальных условиях (температура 15—30°C, относительная влажность 60—75 %) могут сохраняться в течение 4 месяцев, в воде - в течение двух недель. В личиночной стадии эхинококк представляет собой пузырь величиной от горошины до головы новорожденного ребенка.

Дефинитивные хозяева заражаются при поедании внутренних органов промежуточных хозяев, пораженных инвазионными эхинококковыми пузырями. Эхинококкоз распространен почти повсеместно. Носителями половозрелой формы эхинококка являются собаки, зараженность которых достигает 5 %. Эпизоотическую цепь при эхинококкозе в антропогенном цикле составляют собака — свинья.

Основными путями распространения эхинококков считают завоз инвазированных половозрелыми эхинококками собак в благополучные хозяйства, других сельскохозяйственных или домашних животных, инвазированных личиночными формами эхинококков, а также наличие животных, инвазированных этими гельминтами.

Посмертная диагностика эхинококкоза основана на обнаружении у больных личиночных форм гельминтов (пузырей). Дифференциальный диагноз проводится в отношении альвеококкового пузыря (в нем отсутствует жидкость) и тонкошейного цистицеркуса, который нередко локализуется в поверхностном слое печени (в нем видна головка белого цвета, которая легко перемещается в жидкости).

В неблагополучных по эхинококкозу хозяйствах и населенных пунктах проводят комплекс общих и специальных мероприятий.

Мероприятия по профилактике заражения животных личиночными стадиями эхинококка должны проводиться в каждом неблагополучном хозяйстве или населенном пункте согласно разработанному плану. Все хозяйственно полезные собаки, собаки охотничьи, сторожевые и служебные должны находиться под постоянным ветеринарным контролем и подвергаться плановым дегельминтизациям.

В животноводческие помещения, на места выпаса свиней, в складские помещения, где хранятся корма, на выгульные площадки животных допуск собак запрещается.

Для предупреждения заражения собак и других животных ленточной стадией эхинококка убой животных должен проводиться только на мясокомбинатах, бойнях или убойных пунктах, куда не допускают собак. Трупы, выбракованные органы и туши животных отправляют на утильзавод или отвозят на скотомогильник в специально оборудованной таре. Не допускают скармливания собакам выбракованных внутренних органов животных.

Борьба с эхинококкозом должна быть многоплановой. Так как в эпизоотическую цепь при этом заболевании кроме сельскохозяйственных и домашних животных включены дикие, следует обратить серьезное внимание на профилактику эхинококкоза среди кабанов, лосей и др. Важным мероприятием в профилактике эхинококкоза необходимо считать пропагандуветеринарных знаний.

**Гиподерматоз**— паразитарное заболевание крупного рогатого скота, вызываемое личинками подкожного овода отряда Diptera: *Hypoderma lineatum* и *Hypoderma bovis*. Это заболевание зарегистрировано более чем в 55 странах мира и представляет большую проблему для стран Европы, Средней Азии и Китая. Известны случаи вспышек гиподерматоза в Австралии и Южной Африке, связанные с импортом пораженного оводом крупного рогатого скота.

В Российской Федерации после 1991 года, в связи с началом перестроечных процессов в сельском хозяйстве, прекратилось целевое государственное финансирование борьбы с гиподерматозом. В два раза сократился объем противооводовых мероприятий, вследствие чего заболеваемость среди контролируемого поголовья (около 53%) возросла в 10 -14 раз (до 2,8 - 4,5%), а среди 47% поголовья, не подвергаемого противооводовым обработкам, достигает 30 - 70%.

Ущерб, причиняемый личинками подкожного овода, складывается из потерь молока и мяса, а также порчи кожевенного сырья. Ежегодные потери молока составляют 80 - 200 л от каждой больной гиподерматозом коровы, мяса - от 13 до 18 кг, кожевенного сырья - 8% площади заготовленных шкур. У животных ухудшаются племенные качества, хозяйства несут лишние затраты кормов, средств и рабочей силы, а также на организацию и проведение лечебно-оздоровительных мероприятий. Кроме того,

вызванная гиподерматозом иммунодепрессия животных способствует развитию бактериальных, вирусных и паразитарных болезней, ущерб от которых чрезвычайно трудно подсчитать.

Для населения гиподерматоз опасен тем, что при употреблении молока и мяса животных, пораженных личинками овода, в организм человека может попадать вырабатываемое личинками высокотоксичное вещество гиподермотоксин, способное оказывать неблагоприятное влияние на здоровье людей.

Диагностику гиподерматоза в животноводческих хозяйствах нашей страны проводят по обнаружению у животных личинок II и III стадий паразита в течение весенних и летних месяцев (клинические признаки болезни), или по экспертизе подкожных тканей и органов животного (вскрытие). Это не позволяет диагностировать болезнь на ранней стадии заболевания.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Экология трихенеллеза.
- 2) Экология эхинококкоза
- 3) Экология гиподерматоза.

### Список литературы

#### Основная

1. **Беклемешев, В.Н.** О классификации биоценологических (симфизиологических) связей / Беклемешев, В.Н. // Бюл. Моск. б-ва испытат. природы Отд. биол., 1951, т. 56 № 5 – С.3-30.
2. **Беляков, В.Д.** Саморегуляция паразитарных систем / Беляков, В.Д. – Л.: Медицины, 1987. – 240 с.
3. **Кисленко, В.Н.** Экология патогенных микроорганизмов: Учебное пособие / Кисленко, В.Н. // Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2000 – 228с.

#### Дополнительная

1. **Литвин, В.Ю.** Экологическая специфика природной очаговости сапронозов / Литвин, В.Ю. // Вопр. прир. очаговости болезней. – Алма-Ата: Наука, 1986. Вып. 14. – С. 114 – 125.
2. Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения – М., 1988. – 232 с.

## ЛЕКЦИЯ 8

### КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

#### 8.1. Биологическая классификация зооантропонозов

Из предложенных классификаций инфекционных болезней наибольшее признание получила классификация Л.В. Громашевского (1949, 1965), в основе которой лежит признак локализации инфекции в организме; локализация же микроба определяет механизм передачи возбудителя.

В ходе эволюции как одним из проявлений движения возбудитель приобрел относительно устойчивые свойства, адекватные условиям его взаимодействия между организмом и внешней средой. Продолжающаяся эволюция возбудителей и в дальнейшем будет происходить под влиянием изменяющихся социально-экономических и природных условий.

Н. И. Елкин внес существенное дополнение, разделив инфекции на антропонозы и зоонозы. В.И. Терских выделил особую группу возбудителей-сапронозов. Это инфекционные болезни, возбудители которых или в значительной степени не утратили своих связей с природой, или обычно ведут сапрофитный образ жизни. Вместе с тем эти микроорганизмы способны вызывать патологический процесс у людей и животных.

Сапронозы подразделяют на две группы, отличающиеся экологическими особенностями возбудителей: первичные и вторичные. Первичные сапронозы возникают вследствие экзогенного заражения микроорганизмов, способных к свободной вегетации и паразитическому образу жизни; для них элементы внешней среды служат обязательной средой обитания (возбудители псевдотуберкулеза, листериоза, клостридиозов, сибирской язвы).

Вторичные сапронозы вызывают комменсалы, входящие обычно в состав микрофлоры организма млекопитающих, птиц. В этих случаях речь идет об эндогенной аутоинфекции, возникающей на фоне иммунодефицита, что стимулирует реактивизацию этой микрофлоры, вызывающей заболевание. Дальнейшее течение эпизоотического процесса может протекать по классической форме. К представителям второй группы относят большую группу микроорганизмов: псевдомонады, микобактерии, золотистый стафилококк, протей, кишечная палочка, клебсиеллы, грибы рода кандиды и различные их ассоциации.

Наиболее полно отвечает требованиям естественнонаучного эволюционного подхода классификация инфекций, предложенная В. Д. Беляковым. Она, прежде всего, разграничивает антропонозы и зоонозы, исходя из того, что эпизоотический процесс представляет трехчленную или более многочисленную биологическую систему. И в случае заражения людей зоонозами происходит комбинация двух сложных биологических систем, в которых эпизоотический процесс испытывает сильное влияние социальных факторов.

Биологическая классификация организмов должна быть основана на филогенетическом родстве. Для практической борьбы с инфекционными болезнями наиболее важен экологический признак.

Компонентами естественной среды обитания популяций возбудителей являются популяции специфических хозяев и переносчиков, а также специфические абиотические факторы передачи. В абиотической внешней среде может проявиться

сапрофитный тип питания. Следовательно, понятие естественной среды обитания возбудителя является собирательным, объединяющим организменную и внеорганизменную среды обитания. Выделены три главные среды обитания: организм людей, организм животных и внешняя среда. Механизм передачи возбудителей, главная среда обитания которых человек и животные, также характеризует экологические особенности микроорганизмов. По этому признаку возбудителей можно разделить на группы: с фекально-оральным механизмом передачи, с аэрозольным механизмом, трансмиссивным, контактным и, что крайне важно, со смешанным, множественным механизмом передачи. Схематично классифицировать инфекционные болезни можно по экологическому принципу.

### 3.2. Экологическая классификация зооантропонозов

Классификация нозоэкосистем, как и классификация их элементов, строится на эколого-географической основе. По экологической специфике все паразитарные системы делят на две большие группы:

1) водные, или околководные (морские и пресноводные). К морским принадлежит, например, паразитарная система трихинеллеза, в которую входят морские млекопитающие; к пресноводным — паразитарные системы дифиллоботриозов (вызываемых широким и узким лентецами), описторхоза;

2) наземные. Среди наземных паразитарных систем можно выделить как группы, имеющие ясно выраженную экологическую специализацию - луговую, лесную и степную, так и паразитарные системы, экологическая специфика которых обозначена менее ясно, способные существовать в условиях леса и луга, степи и луга, или даже имеющие весьма широкий спектр экологической адаптации (убиквисты).

С зональным своеобразием биоценозов связано также формирование политипичности многих возбудителей инвазий и нетрансмиссивных инфекций. Зональная дифференциация бруцелл, циркулирующих среди различных хозяев, произошла на уровне самостоятельных видов, по-видимому, в процессе доместикировки животных и развития животноводства: северных оленей (тундра, лесотундра, некоторые районы северной редколесной тайги); крупного рогатого скота (тайга, подтайга, лесостепь, частично степь); овец (степь, меньше - лесостепь). Внутривидовая биологическая вариабельность зонального типа характерна для возбудителей рабической инфекции (вирусы тундрового и типичного бешенства) и ряда гельминтозов (тениаринхоз, эхинококкоз, альвеококкоз, трихинеллез). Зональные различия на рассматриваемой территории существуют в серотиповом пейзаже лептоспир.

С действием зонального фактора связано появление в процессе эволюции у сапрофитных бактерий-психрофилов свойства проявлять патогенность при низких температурах (возбудители псевдотуберкулеза, кишечного иерсиниоза).

В области медицинской географии и географической эпизоотологии разработаны и опробованы системы концептуальных структур, пространственных и динамических моделей. В роли центрального звена - теоретического конструкта, предназначенного для выполнения функции организации научного знания в систему, выступает представление о нозоэкосистемах. Это представление является системной гипотезой (исходным допущением в выводе других утверждений), принципом (центральным звеном формирующейся теории). Сущность состоит в следующем. В структуре биотической части геосистемы в качестве целостной, организованной системы

(парциальной экосистемы) функционирует совокупность паразитических организмов и их хозяев - интегральная совокупность паразитарных систем. В ней, в качестве относительно самостоятельных парциальных нозоэкосистем, имеющих разные масштабы территориальных связей, выступают парциальные нозоэкосистемы, связанные:

1) с наземными млекопитающими - локализованные преимущественно в пределах конкретных территорий;

2) с водными организмами - ограниченные его регионами;

3) с птицами - связанные с группой субконтинентов и континентов.

Самостоятельными элементами в нозоэкосистеме выступают функционально обособленные группы животных (травоядные млекопитающие, хищные млекопитающие и др.), а также связанные с ними группы возбудителей, которые обладают своей функциональной спецификой. Функциональные и генетические связи выступают в роли системообразующих связей (связей правления) в нозоэкосистеме, лежат в основе ее организации, обуславливают интеграцию внутри нозоэкосистем разного ранга и одновременно их территориальную дифференциацию. Интегральные свойства нозоэкосистем проявляются в сложной взаимообусловленной эволюции составляющих их элементов.

На современном этапе теоретической разработки, проблема на основании выдвинутого принципа целостности нозоэкосистем может быть сформулирована взаимосвязанная система гипотез, отражающая различные аспекты организации нозоэкосистем.

Функциональная специфика групп возбудителей, представляющих элементы нозоэкосистемы, связана с их динамической и экологической спецификой. Она базируется на взаимно соответствующих структурах разных уровней биологической организации, взаимодействующих по принципу сосредоточения функций подсистем. На современном уровне знания выделены три функции, свойственные возбудителям зооантропонозов:

1) регулирование численности высокодинамичных популяций животных (купирование вспышек численности, грозящих дестабилизации биоценоза - внутрибиоценотическая регуляция численности);

2) охрана биоценоза от экспансии животных - представителей соседних высокодинамичных биоценозов (межбиоценотическая регуляция);

3) регулирование качественного и количественного состава в звене паразитических организмов, направленное в основном на защиту биоценоза от губительного действия возбудителей болезней в период разлитых эпизоотии.

На биоценотическом уровне выполнению функции регулирования численного состава консументов, свойственной возбудителям зооантропонозов, способствует быстрое действие отрицательных обратных связей в двучленной (паразит - хозяин) паразитарной системе, лишенной трансмиссивного звена и укладывающейся по времени действия в рамки жизненного цикла хозяев. Пролонгированные связи, обусловленные участием в паразитарной системе переносчика с многолетним жизненным циклом, выходящим за пределы жизненного цикла хозяина, способствуют формированию у возбудителя функции регулирования качественного состава консументов.

В процессе эволюции биоценозов в высоких широтах Земли с понижением теплообеспеченности и формированием зональных различий складывалось разнообразие экологических типов возбудителей, различающихся стратегией

адаптации к условиям среды (динамической и функциональной спецификой, структурой паразитарных систем).

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Расскажите о классификации инфекционных болезней?
- 2) Что такое зооантропоозоозы?
- 3) Охарактеризуйте понятие первичные сапронозы и вторичные сапронозы?

### **Список литературы**

#### *Основная*

1. **Беклемешев, В.Н.** О классификации биоценологических (симфизиологических) связей / Беклемешев, В.Н. // Бюл. Моск. б-ва испытат. Природы - Отд. биол., 1951, т. 56 № 5 – С.3-30.
2. **Беляков, В.Д.** Саморегуляция паразитарных систем / Беляков, В.Д. – Л.: Медицины, 1987. – 240 с.
3. **Кисленко, В.Н.** Экология патогенных микроорганизмов: Учебное пособие / Кисленко, В.Н.// Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2000 – 228с.

#### *Дополнительная*

1. **Литвин, В.Ю.** Экологическая специфика природной очаговости сапронозов / Литвин, В.Ю. // Вопр. прир. очаговости болезней. – Алма-Ата: Наука, 1986. Вып. 14. – С. 114 – 125.
2. **Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения.** – М., 1988. – 232 с.

## Лекция 9

### ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ

#### 9.1. Понятие «экологическая безопасная продукция»

Производство экологически безопасной продукции – ключевая задача экологизации сельскохозяйственной деятельности. Понятие «экологически безопасная сельскохозяйственная продукция» основана на праве людей на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой. Под экологически безопасной сельскохозяйственной продукцией понимают такую продукцию, которая в течение принятого для различных ее видов «жизненного цикла» (производство - переработка - потребление) соответствует установленным органолептическим, общегигиеническим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывает негативного влияния на здоровье человека, животных и состояние окружающей среды.

Острые проблемы современности - проблемы недоедания и голода — усугубляются болезнями и смертностью в результате употребления некачественных продуктов, а ведь на Земле достаточно ресурсов, разработаны решения и технологии, которые дают возможность навсегда покончить с этими явлениями. Не хватает, к сожалению, лишь обязательств и ответственности.

Неблагоприятное действие ксенобиотиков связано с миграцией химических веществ по одной или нескольким экологическим цепям:

- воздух — человек;
- вода — человек;
- пищевые продукты - человек;
- почва — вода — человек;
- почва — растение - человек;
- почва — растение — животное — человек и т. д.

Чем длиннее миграционный путь при подземных путях миграции, тем меньшую опасность для здоровья человека представляет ксенобиотик, так как при продвижении химических веществ по экологическим цепям они подвергаются деструкции и превращениям.

Считается, что из ядов, регулярно попадающих в организм человека, около 70 % поступает с пищей, 20 % — из воздуха и 10 % — с водой. В России примерно 30...40 % продукции загрязнено нежелательными ингредиентами. Загрязнено также до 70 % питьевой воды (т. е. примерно семь человек из десяти пьют загрязненную воду). Наряду с такими источниками загрязнения, как энергетика (особенно ТЭС), промышленность, транспорт, есть «критические точки», вызывающие загрязнение продукции и окружающей среды, и в агрофере. Проблему получения качественного продовольствия в условиях негативного антропогенного воздействия на окружающую природную среду, в том числе и в процессе сельскохозяйственного производства, можно решить на основе экологизации сложившихся или вновь создаваемых систем ведения сельского хозяйства.

Загрязнение продукции растениеводства и животноводства различными вредными веществами обусловлено множеством взаимосвязанных, идущих с различной интенсивностью процессов в сопряженных средах и компонентах

экосистем. При этом во многих регионах не только возрастает прямое действие химических веществ, но и усложняется проявление этих воздействий.

Оценка состояния агроэкосистем. Для получения экологически безопасной продукции необходимо иметь достоверные исходные данные об экологотоксикологической обстановке в агроэкосистемах, особенно испытывающих пресс многолетнего интенсивного использования агрохимикатов (удобрения, пестициды, мелиоранты и др.). Работу следует начинать с оценки экологотоксикологического состояния агроэкосистем, прежде всего — почвенного покрова. Стремление повысить продуктивность возделываемых культур и выращиваемых животных без надлежащего учета природоохранных требований привело к необоснованному увеличению объемов применения минеральных удобрений (преимущественно азотных), пестицидов и мелиорантов. Выбросы промышленных производств и транспорта, коммунальные отходы поставляют в естественные и искусственные экосистемы соединения полихлорированных бифенилов, серы, тяжелых металлов и т. д. Среди природных загрязнителей выделяют афла - и другие микотоксины.

## **8.2. Оценка сельскохозяйственной продукции**

Для оценки и предотвращения негативного воздействия продуктов питания на здоровье человека и кормов на сельскохозяйственных животных оперируют такими понятиями, как предельно допустимая концентрация (ПДК), допустимое остаточное количество (ДОК) или максимально допустимые уровни (МДУ) вещества в них. Эколого-токсикологический норматив, предельно допустимая концентрация - концентрация вещества в продукции (продуктах питания, кормах), которая в течение неограниченно продолжительного времени (при ежедневном воздействии) не вызывает отклонений в состоянии здоровья человека и животных. ПДК химических веществ в пищевых продуктах устанавливают при этом с учетом допустимой суточной дозы (ДСД) или допустимого суточного поступления (ДСП), поскольку разнообразие рациона и его химического состава не позволяют нормировать допустимое содержание химического вещества в каждом пищевом продукте. Пределы содержания загрязняющих веществ в пищевых продуктах и кормах устанавливают на основании результатов изучения токсичности препаратов для различных организмов. При содержании в продукции загрязняющих веществ в количествах, превышающих ПДК, ДОК или МДУ, такую продукцию в пищу или на корм использовать не разрешается. При оценке степени токсичности элемента (агрохимиката) для растений учитывают концентрацию элемента. При этом не должно быть снижения продуктивности растений, накопления агрохимиката в растениях, кормах и пищевых продуктах выше ПДК. Летальная концентрация вызывает гибель растений.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое экологическая безопасная продукция?
2. Оценка сельскохозяйственной продукции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Мусохранов, В.Е.** Основы рационального природопользования: ресурсы, их воспроизводство, технологии, управление: учебное пособие; в 3 ч. Ч. I. / В.Е. Мусохранов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 183 с.
2. **Авраменко, И.М.** Природопользование: курс лекций для студентов вузов / И.М. Авраменко. – СПб.: Лань, 2003. – 128 с.
3. **Воронцов, А.П.** Рациональное природопользование: учебное пособие / А.П. Воронцов. – М.: ТАНДЕМ; ЭКМОС, 2000. – 304 с.

### *Дополнительная*

1. **Булатов, В.И.** Россия: экология и армия. Геоэкологические проблемы ВПК и оборонно-военной деятельности / В.И. Булатов. – Новосибирск: ЦЭРНС, 1999. – 188 с.
2. **Головнев, А.Т.** Особо охраняемые территории и памятники природы Алтайского района / А.Т. Головнев, В.Е. Мусохранов. – Алтайское, 1997. – 30 с.
3. **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. *Ландшафтное земледелие* / под ред. Г.А. Романенко и Н. Каштанова. – М.: Изд-во РАСХН, 1994. – 320 с.
5. **Моисеев, Н.Н.** Человек и ноосфера / Н.Н. Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 35 с.
6. **Панников, В.Д.** Основы геологии / В.Д. Панников. – М.: Высшая школа, 1961. – 276 с.
7. *Природопользование: учебник* / под ред. Э.А. Арустамова. 2-е изд. М.: Изд-кий дом «Дашков и К», 2000. – 284 с.
8. *Проблемы рационального природопользования в Алтайском крае: сборник научных трудов.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 258 с.
9. **Реймерс, Н.Ф.** Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
10. **Романов, Э.П.** Природные ресурсы мира: учебное пособие / Э.П. Романов, Л.И. Куракова, Ю.Г. Ермаков. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Авраменко, И.М.** Природопользование: курс лекций для студентов вузов / И.М. Авраменко. – СПб.: Лань, 2003. – 128 с.
2. **Беклемешев, В.Н.** О классификации биоценологических (симфизиологических) связей / Беклемешев, В.Н. // Бюл. Моск. б-ва испытат. природы Отд. биол., 1951, т. 56 № 5 – С.3-30.
3. **Беляков, В.Д.** Саморегуляция празитарных систем / Беляков, В.Д. – Л.: Медицины, 1987. – 240 с.
4. **Булатов, В.И.** Россия: экология и армия. Геоэкологические проблемы ВПК и оборонно-военной деятельности / В.И. Булатов. – Новосибирск: ЦЭРНС, 1999. – 188 с.
5. **Воронцов, А.П.** Рациональное природопользование: учебное пособие /А.П. Воронцов. – М.: ТАНДЕМ; ЭКМОС, 2000. – 304 с
6. **Головнев, А.Т.** Особо охраняемые территории и памятники природы Алтайского района / А.Т. Головнев, В.Е. Мусохранов. – Алтайское, 1997. – 30 с.
7. **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. **Кисленко, В.Н.** Экология патогенных микроорганизмов: Учебное пособие / Кисленко, В.Н. // Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2000 – 228с.
9. **Кисленко, В.Н.,** Общая и ветеринарная экология / Кисленко, В.Н., Калининко, Н.А. – М.: КолосС, 2006. – 344 с.: ил.
10. **Литвин, В.Ю.** Экологическая специфика природной очаговости сапронозов / Литвин, В.Ю. // Вопр. прир. очаговости болезней. – Алма-Ата: Наука, 1986. Вып. 14. – С. 114 – 125.
11. Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения. – М., 1988. – 232 с.
12. **Мусохранов, В.Е.** Основы рационального природопользования: ресурсы, их воспроизводство, технологии, управление: учебное пособие; в 3 ч. Ч. I. / В.Е. Мусохранов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. –183 с.
13. Ландшафтное земледелие / под ред. Г.А. Романенко и Н. Каштанова. – М.: Изд-во РАСХН, 1994. – 320 с.
14. **Моисеев, Н.Н.** Человек и ноосфера / Н.Н. Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 35 с.
15. **Панников, В.Д.** Основы геологии / В.Д. Панников. – М.: Высшая школа, 1961. – 276 с.
16. Природопользование: учебник / под ред. Э.А. Арустамова. 2-е изд. М.: Изд-кий дом «Дашков и К», 2000. – 284 с.
17. Проблемы рационального природопользования в Алтайском крае: сборник научных трудов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 258 с.
18. **Реймерс, Н.Ф.** Природопользование: словарь-справочник /Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
19. **Романов, Э.П.** Природные ресурсы мира: учебное пособие / Э.П. Романов, Л.И. Куракова, Ю.Г. Ермаков. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 304 с.

## Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1. Введение в общую ветеринарную экологию</b> .....	4
1.1. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие экологической бактериологии .....	4
1.2. Факторы среды. Влияние факторов среды на микроорганизмы.....	5
Вопросы для самоконтроля.....	8
Список литературы.....	8
<b>Лекция 2. Экология популяций, сообществ и экосистем</b> .....	9
2.1. Экологическая структура популяций.....	9
2.2. Экологическая структура биоценозов.....	10
2.3. Экологическая структура экосистем.....	13
Вопросы для самоконтроля.....	15
Список литературы.....	15
<b>Лекция 3. Экологическая безопасность в с/х производстве</b> .....	16
3.1. Агробиоценозы и их особенности.....	16
Вопросы для самоконтроля.....	18
Список литературы.....	18
<b>Лекция 4. Экология животноводческих промышленных комплексов</b> .....	19
4.1. Экологические мероприятия на животноводческих комплексах.....	19
Вопросы для самоконтроля.....	21
Список литературы.....	21
<b>Лекция 5. Влияние токсических веществ и болезней различной этиологии на экологическое качество продукции животноводства</b> .....	22
5.1. Токсические вещества и соли тяжелых металлов в продукции растениеводства и животноводства.....	22
Вопросы для самоконтроля.....	25
Список литературы.....	25
<b>Лекция 6. Экологические особенности некоторых видов патогенных микроорганизмов</b> .....	26
6.1. Возбудители сибирской язвы, лептоспироза, туберкулеза, туляремии, листериоза, злокачественного отека .....	27
Вопросы для самоконтроля.....	32
Список литературы.....	32
<b>Лекция 7. Экологические особенности некоторых видов возбудителей паразитов</b> .....	33
7.1. Трихинелла, эхинококкоз, подкожный овод .....	36
Вопросы для самоконтроля.....	36
Список литературы.....	36
<b>Лекция 8. Классификация инфекционных болезней, в связи с экологическими факторами</b> .....	37
8.1. Биологическая классификация зооантропонозов .....	37
8.2. Экологическая классификация зооантропонозов .....	48
Вопросы для самоконтроля.....	40
Список литературы.....	40
<b>Лекция 9. Производство экологически безопасной продукции</b> .....	41

9.1.Понятие «экологическая безопасная продукция».....	41
9.2. Оценка сельскохозяйственной продукции .....	42
Вопросы для самоконтроля.....	42
Список литературы.....	43
<b>Библиографический список.....</b>	<b>44</b>
<b>Содержание.....</b>	<b>45</b>