

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра микробиологии, эпизоотологии и вирусологии

**КУРС ЛЕКЦИЙ**

по дисциплине: **Б1.В.ДВ.2.1 Микология с микотоксикологией** для аспирантов 2 курса по направлению подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния, направленность: «Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология», квалификация – Исследователь. Преподаватель исследователь

Краснодар 2014

Курс лекций для аспирантов подготовили:

Заведующий кафедрой микробиологии,  
эпизоотологии и вирусологии,  
д.в.н., профессор Шевченко А.А.

Профессор кафедры микробиологии,  
эпизоотологии и вирусологии,  
д.б.н., профессор Гугушвили Н.Н

Курс лекций рассмотрен и утвержден на заседании  
методической комиссии факультета ветеринарной медицины  
протокол № 10 от «23» июня 2014 г.

Председатель методической комиссии факультета ветеринарной медицины  
профессор Шевченко А.А.

© Шевченко А.А.

© Гугушвили Н.Н.

© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2014

## Лекция 1

### Этапы развития микологии и микотоксикологии, современный период, систематика, номенклатура и характеристика микроскопических грибов

#### План лекции

1. Этапы развития микологии и микотоксикологии.
2. Морфология грибной клетки.
3. Классификация микозов

Микология — наука о грибах, которая получила начало во второй половине XVIII в. В дальнейшем прошла многие вехи своего развития и в настоящее время полностью сформировалась. В последние годы отечественные и зарубежные ученые и практические специалисты стали уделять значительное внимание обширной группе грибов, встречающихся в почве, воздухе и воде. Это связано с тем, что грибы являются не только сапрофитами, но и возбудителями многих болезней растений, человека, животных. В процессе своего развития они поражают определенные ткани и органы.

По мере накопления экспериментальных данных и практических наблюдений в микологии определились самостоятельные направления: общей микологии, сельскохозяйственной, водной, технической, медицинской и др. Благодаря исследованиям специалистов, в рамках микологической науки в целом сформировалась как самостоятельное направление ветеринарная микология, которая подразделяется на две крупные ветви, одна из них относится к изучению микозов, другая — микотоксикозов.

Микотоксикозы — болезни, возникающие в результате поедания животными кормов, содержащих токсичные метаболиты, выделяемые грибами. Аналогичные заболевания наблюдаются и у людей при употреблении в пищу продуктов, пораженных микромицетами и грибами из рода *Claviceps*. Микотоксикозы встречаются среди всех видов домашних, возможно, и диких животных, птиц, рыб и зарегистрированы в большинстве стран мира.

В этиопатогенезе микотоксикозов главное значение имеет микотоксины, являющиеся вторичными метаболитами грибов, которые накапливаются в пораженном субстрате. В настоящее время известно более 100 токсичных метаболитов. Наряду с высокой токсичностью отдельные микотоксины обладают мутагенными, карциногенными и тератогенными свойствами.

В отечественной и зарубежной литературе микотоксикозы обозначают в зависимости от названия токсина, вызвавшего заболевание, или по названию гриба, продуцирующего токсин. Наряду с этим встречаются обозначения микотоксикозов, связанные с проявлением клинических признаков. Сложность составления единой номенклатуры заключается в том, что одни и те же грибы могут продуцировать различные микотоксины. Например, гриб *Penicillium cyclopium* выделяет

патулин, пеницилловую кислоту, циклопиазоновую кислоту и др. В то же время одни и те же микотоксины могут вырабатывать грибы разных родов. Так, продуцентами охратоксинов являются *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium viridicatum*.

В настоящее время известны такие алиментарные отравления, как эрготизм, клавицепстоксикоз, стахиботриотоксикоз, токсикоз, афлатоксикоз, дендродохиотоксикозы. К этой же группе заболеваний относятся сравнительно недавно расшифрованные микотоксикозы: миротециотоксикоз, патулино

Несмотря на многочисленные исследования и гипотезы, остается неясным, что представлял собой организм, являвшийся предком современных грибов. Съедобность одних грибов и тяжелые последствия отравления другими увеличивали интерес к этой группе организмов. Галлюциногенный эффект некоторых грибов укреплял веру в их сверхъестественные свойства. Незнание биологии грибов приводило к неправильному толкованию

о характере их развития и размножения.

Многие виды грибов, паразитирующих на растениях, считали производными продуктов обмена растений.

Длительное время предполагали, что мир грибов ограничивается только видами, достигающими в размерах от 2—3 до нескольких десятков сантиметров. Создание микроскопа в корне изменило это представление. Многочисленными исследованиями было установлено, что в окружающей нас среде распространено огромное количество не только макроскопических, но и микроскопических грибов, насчитывающих более 100 тыс. видов. Это и послужило развитию учения о грибах — микологии. На первых этапах развития микология была разделом ботаники, в настоящее же время она расширила границы и приобрела значение разносторонней дисциплины.

Все грибы подразделяются на сапрофитов и паразитов. Сапрофиты используют для своего питания различные несложные органические вещества и могут существовать вне живого организма. Паразитические грибы живут за счет питательных веществ живого организма, вне которого их развитие затруднено. Так, для культивирования паразитических видов грибов применяют искусственные питательные среды, содержащие сложные компоненты источников питания. Однако на искусственных питательных средах не всегда удается получить те же морфологические формы, которые наблюдают при паразитировании гриба на живом организме. Следует отметить, что такое деление всех грибов на строгих сапрофитов и паразитов условно. Некоторые виды сапрофитов при определенных условиях (снижении общей резистентности организма, изменении условий содержания животных, неблагоприятных условиях для растений и др.) могут проявить патогенные свойства и вызвать поражение живого организма.

Патогенные грибы образуют различные ферменты. Специфичность и быстрота ферментативных процессов — важный тест при идентификации грибов. По отношению к клетке гриба ферменты подразделяют на эндоферменты (внутриклеточные) и экзоферменты (внеклеточные)

ступающие в среду обитания грибов. Наиболее распространенные ферменты следующие: амилазы, пектиназы,

дегидразы, оксидазы, редуктазы и протеиназы. Ферментативная активность грибов используется для получения различных углеводов, органических кислот, спиртов, кормовых белков.

Отсутствие хлорофилла обуславливает способность роста грибов в темноте. Рассеянный дневной и искусственный свет не оказывают губительного действия на рост культур грибов. Длительное воздействие прямых солнечных лучей и ультрафиолетового света приводит к гибели грибов как в культуре, так и в патологическом материале.

В зависимости от способности роста при той или иной температуре грибы подразделяют на три группы: мезотолерантные, термотолерантные и психротолерантные. Основная группа грибов относится к мезотолерантной группе, объединяющей виды, развивающиеся при температуре от 5 до 38 °С. Оптимальная температура для роста грибов этой группы колеблется в пределах 15—28 °С.

К группе термотолерантных грибов принадлежат главным образом патогенные виды *Aspergillus* и отдельные виды семейства *Mucoraceae*, для которых оптимум равен 36—40 °С, а максимальная температура достигает 50—60 °С.

Психротолерантные грибы под воздействием внешней среды постепенно приспособились к развитию при низких температурах. Так, отдельные виды *Penicillium* и гриб *Cladosporium herbarum* развиваются на различных продуктах питания в процессе хранения в холодильниках при низких (1—2 °С) и даже отрицательных температурах. Гриб *Fusarium sporotrichioides* может не только формироваться при пониженной температуре, но и способен продуцировать токсин, вызывающий очень опасное для человека и животных заболевание — фузариотоксикоз.

Исследованиями установлено, что для культивирования большинства патогенных

грибов оптимальна температура более низкая, чем температура тела животного. Изменение оптимальной температуры приводит к изменению морфологии, пигментации, активности роста.

Важное значение имеет также кислотность среды, так как большинство грибов предпочитают рН в пределах 4,0—6,5. Диапазон колебаний рН, который выдерживают грибы, колеблется в пределах 3,0—11,0. Необходимо учитывать, что в процессе своего роста и развития грибы могут изменять рН среды. Отдельные виды, наоборот, лучше растут и развиваются в щелочной среде

На рост и развитие грибов существенное влияние оказывает и время года. Следует отметить, что под ростом понимают процесс, сопровождающийся увеличением биомассы гриба, благодаря увеличению размеров и числа клеток, а под развитием — прохождение всех стадий, характерных для данного вида, с образованием типичных морфологических форм.

Для большинства грибов характерен верхушечный рост, сопровождающийся растяжением внутренней оболочки верхушечной клетки, притоком к ней протоплазмы и синтезом в ней материалов для оболочки вновь образуемых клеток.

Различают четыре фазы роста грибов:

- 1) прорастание конидий, сопровождающееся набуханием, увеличением объема, синтезом нуклеиновых кислот, образованием ростовой трубки и первичного мицелия;
- 2) лаг-фазу, во время которой начинает активно расти и ветвиться мицелий;
- 3) фазу экспоненциального (равномерного, активного) роста. Для этого периода характерны наиболее активные метаболические процессы;
- 4) фазу старения, характеризующуюся постепенным угасанием метаболических процессов вследствие истощения питательной среды, накопления вторичных продуктов метаболизма и морфологической дифференциацией, сопровождающейся образованием покоящихся клеток.

Грибы распределяются в различных семействах, классах, родах. Среди них встречаются как одноклеточные, так и многоклеточные представители. Однако, несмотря на все кажущиеся существенные отличия, в морфологии и биологических циклах грибов имеются общие характеристики, знание которых необходимо для проведения исследований и разработки методов борьбы с ними.

В последние годы изучением микотоксикозов занимаются ветеринарные и медицинские врачи, биологи, химики, фармакологи и другие специалисты. Это обусловлено опасностью микотоксинов для здоровья человека и животных, широким распространением токсичных микромицетов в природе и значительным экономическим ущербом, связанным с поражением кормов. Проведение широких микологических исследований с использованием новейших методик расширит представление о токсичных свойствах грибов.

## БИОЛОГИЯ ГРИБОВ

### МОРФОЛОГИЯ ГРИБНОЙ КЛЕТКИ

Клетки микроскопических грибов разнообразны по форме, размерам, но имеют общие структурные элементы. Так, клетка всех грибов состоит из клеточной стенки, цитоплазмы с цитоплазматической мембраной и эндоплазматической сетью, митохондриями, рибосомами, включениями, вакуолями, ядра или нескольких ядер.

Клеточная стенка грибов многослойна и включает в себя до 9—10 слоев различной электронной плотности и представляет собой систему микрофибрилл, встроенных в аморфный матрикс. Фибриллы в зависимости от видовой принадлежности могут состоять из целлюлозы, глюкона и хитина. Другие полисахариды, белки, пигменты, липиды служат цементирующими веществами, образующими химические связи с микрофибриллярной частью клеточной стенки. Наличие таких комплексов обеспечивает проницаемость одних веществ и блокаду доступа в клетку других соединений.

Опорные микрофибриллы клеточной стенки и ее матрикс отличаются по способу образования и биосинтезу. Образование фибрилл и матрикса происходит несинхронно, в

первую очередь регенерируется фибриллярный остов стенки. Биосинтез этих двух частей клеточной стенки осуществляется с участием ферментов.

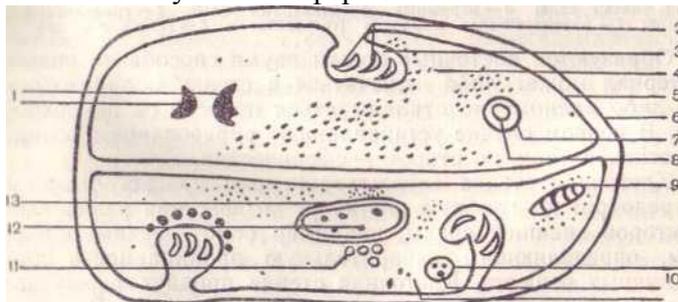


Рис. 1. Схема строения клетки гриба:

1 — гликоген; 2 — аппарат Гольджи; 3 — мезосома; 4 — протоплазма; 5 — цитоплазматическая мембрана; 6 — клеточная стенка; 7 — вакуоли; 8 — жир; 9 — митохондрия; 10 — метахроматин; 11 — рибосомы; 12 — ядрышко; 13 — ядро

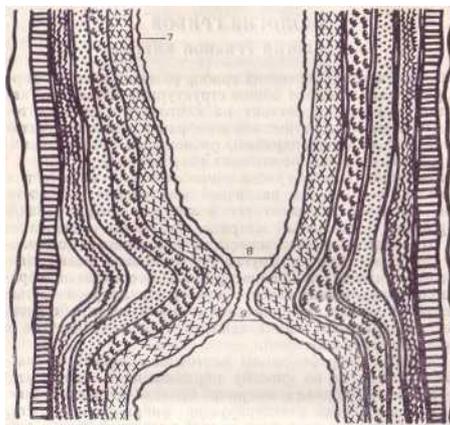


Рис. 2. Схематическое строение стенки гриба:

1 — наружный тонкий однородный электронно-плотный слой; 2 — мембранный тонкий слой; 3 — наружный фибриллярный слой; 4 — гранулярный слой; 7 — плазматическая мембрана (трехслойная); 8 — септа; 9 — пора

Образуются клеточные стенки двумя способами: новый материал может либо включаться в стенку поляризованно, либо равномерно откладываться по всей ее поверхности. В первом случае устанавливают образование цилиндрических клеток, во втором — сферических.

Клеточная стенка служит защитным приспособлением и предохраняет грибную клетку от воздействия различных факторов внешней среды, например осмотическим барьером, определяющим избирательную проницаемость для различных веществ. Клеточная стенка придает форму вегетативным клеткам гиф и органов размножения. Важным фактором является то, что на поверхности клеточной стенки и цитоплазматической мембраны локализованы ферменты, осуществляющие превращение не усвояемых клеткой полимеров до мономеров.

В результате лизиса клеточная стенка грибов может разрушиться под воздействием

ферментов, выделяемых другими клетками и образующихся в клетке самого гриба.

Основные компоненты клеточной стенки грибов — хитин, глюканы, белок и жиры. Азотистые и безазотистые полисахариды с жировыми веществами образуют растворимые и нерастворимые комплексы. Основу клеточной стенки составляют 4—6 моносахаров, соотношение которых у различных грибов варьирует в незначительных пределах. В состав полисахаридных фракций входят глюкозамин, манноза, глюкоза, ксилоза и др. Следует

2. Химический состав клеточной оболочки у гриба *Mucor gonxii*,  
% к сухой массе оболочек

| Компонент оболочки | Клетки дрожжеподобного типа роста | Клетки гифального типа роста | Спорангии | Спores |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|--------|
| Хитин              | 8,4                               | 9,4                          | 18,0      | 2,1    |
| Хитозаи            | 27,9                              | 32,7                         | 20,6      | 9,5    |
| Манноза            | 8,9                               | 1,6                          | 0,9       | ■      |
| Фруктоза           | 3,2                               | 3,8                          | 2,1       | 0,0    |
| Галактоза          | 1,1                               | 1,6                          | 0,8       | 0,0    |
| Глюкуроно-         | 12,2                              | 11,8                         | 25,0      | 1,9    |
| Глюоза             | 0,0                               | 0,0                          | 0,1       | 42,    |
| Протеин            | 10,3                              | 6,3                          | 9,2       | 16,    |
| Жиры               | 5,7                               | 7,8                          | 4,8       | 9,8    |
| Фосфаты            | 22,1                              | 23,3                         | 0,8       | 2,6    |
| Меланин            | 0,0                               | 0,0                          | 0,0       | 10,    |

подчеркнуть, что различные клетки одного и того же гриба имеют неодинаковый состав клеточной оболочки.

**Протопласт** — содержимое грибных клеток, заключенное в клеточную стенку, имеет цитоплазматическую мембрану, эндоплазматический ретикулум, одно или несколько ядер с ядрышками, митохондрии, рибосомы с РНК, лпзосомы, аппарат Гольджи, вакуоли, пластинчатый комплекс, секреторные гранулы, а также другие структуры и различные включения.

**Цитоплазматическая мембрана** — трехслойная, располагается непосредственно под клеточной стенкой и отделяет ее от цитоплазмы. Основным свойством цитоплазматической мембраны является ее проницаемость для определенных веществ, входящих в клетку и выходящих из нее. Цитоплазматическая мембрана содержит до 40% липидов и до 38% белков. Различной формы инвагинации и ущемления цитоплазматической мембраны называются мезосомами.

Основное функциональное значение ЦПМ следующее: через нее осуществляется поступление в клетку различных веществ, ферментативная переработка и выделение продуктов метаболизма. Переработанные в ЦПМ вещества поступают в протопласт клетки и участвуют в обмене веществ.

Эндоплазматический ретикулум состоит из пузырьков, канальцев, вакуолей, являющихся своеобразным депо питательных веществ.

Митохондрии — многочисленные, подвижные, замкнутые образования эллипсоидной формы, с перегородками, покрытые одно- и двухслойной оболочкой. Предполагают, что митохондрии, располагая собственной ДНК кольцевой структуры способны к репро-

дукции. Митохондрии окружены мембраной, на которой происходит локализация ферментов. Митохондрии служат генераторами энергии в клетке. В зависимости от условий культивирования и физиологического состояния клетки форма митохондрий и их количество в клетке меняются.

Рибосомы – округлые зерна рибонуклеопротеидной природы, которые принимают участие в синтезе клеточных белков. Количество рибосом значительно отличается у различных видов грибов и зависит от воздействия внешних факторов, возраста культуры и др.

Аппарат Гольджи обычно представлен группой пузырьков очень мелкого диаметра или параллельно лежащими дисковидными пластинками. Этот органоид располагается в клетке на участке, свободном от рибосом.

Лизосомы – производные аппарата Гольджи, размещаются между клеточной оболочкой и ЦПМ. Представляют собою зернистые образования, окруженные однослойной липопротеидной мембраной. Лизосомы содержат фермент, гидролизующий белок, и выполняет функцию защиты клеток от неблагоприятного воздействия токсичных веществ экзо- эндогенного происхождения.

Липосомы – капельки жировых веществ, окруженные однослойными мембранами.

Ядро располагается в центре или на полюсах клетки. В грибных клетках встречаются как одиночные, так и множественные ядра. Они отвечают за наследственные функции. Форма ядер округлая или удлинённая. Каждое ядро одето двухслойной пористой нуклеомембраной с ядрышком из плотных зерен и тонких фибрилл. Ядрышки содержат в составе хромосом ДНК. Через анастомозы ядра могут мигрировать из одной клетки в другую.

В грибных клетках встречаются также и многочисленные включения волютина, гликогена, липидов пигментов и др. Считается, что гликоген ответствен за эндогенное дыхание, а волютин служит запасным питательным веществом, принимающим участие в энергетических процессах. Кроме того, в протоплазме встречаются миелоидные образования, соли органических кислот, аминокислоты и другие включения.

Следует отметить, что в процессе жизнедеятельности в клетках грибов накапливаются различные продукты метаболизма— антибиотики, ферменты, токсины, витамины и др.

Все, казалось бы, очень многочисленные морфологические элементы микроскопических грибов подразделяются на две группы: мицелий и спор. Мицелий и споры бывают различной формы и размеров. Морфологическое различие спор и мицелия является важным дифференциальным признаком при определении вида гриба. Мицелий представляет собой узкую круглую трубку, диаметр которой варьирует у микромицетов от одного до нескольких микрон. Ветвящиеся трубочки, составляющие мицелий, называют гифами. Их можно дифференцировать на более толстые и слабо разветвленные и на сильно ветвящиеся и тонкие. Первые служат главным образом для распространения мицелия по субстрату, вторые — для восприятия из него в подходящих местах питательных материалов. Такая дифференцировка особенно характерна для мицелия некоторых паразитных грибов, но встречается нередко и среди сапрофитных. При обильном ветвлении гифы мицелия соприкасаются друг с другом, и на месте соприкосновения нередко происходит слияние их с установлением сообщения между клетками. Такие слияния называются анастомозами. При большом развитии их мицелий приобретает характерный сетчатый вид. Развитие анастомозов наблюдается у различных грибов с многоклеточным мицелием. В некоторых случаях через них совершается перемещение клеточного ядра из одной клетки в другую и осуществляется переход от гаплоидного к диплоидному мицелию. Однако большей частью они имеют чисто вегетативное значение и развиваются у многих форм просто при недостатке питания. Длина клеток, составляющих мицелий, колеблется от нескольких микрон до десятков и реже сотен микрон. Мицелий окружен двухконтурной оболочкой, которая у молодых культур более нежная. Перегородки, делящие мицелий на отдельные

клетки, имеют поры; через них в процессе роста переливается цитоплазма, а с ней и питательные вещества. В клетках много различных включений. В старых культурах мицелий содержит множество вакуолей, цитоплазма становится зернистой. Молодой мицелий состоит из удлиненных прямоугольных клеток, старый — из коротких округлых или многогранных. Такой мицелий, имеющий перегородки, называется септированным. Однако у низших грибов встречается мицелий, состоящий из гиф, лишенных поперечных перегородок. Такой мицелий представляет собой как бы одну, сильно разветвленную гигантскую клетку с многочисленными ядрами и называется несептированным мицелием.

#### Классификация микозов

| Наименование микозов   | Возбудитель   | Заболевание   |
|--|---|---|
| 1. Поверхностные микозы кожи и ее производных (волосы, ногти)                        | Trichophyton<br>Microsporum<br>Achorion   | Трихофития<br>Микроспория<br>Парша  |
| 2. Глубокие микозы   | Cryptococcus far-<br>ciminosus<br>Sporotrichum<br>Blastomyces der-<br>matidis   | Эпизоотический лимфангит<br><br>Споротрихоз<br>Североамериканский бластомикоз   |
| 3. Висцеральные микозы с локализацией процессов в органах дыхания или других органах | Histoplasma<br>Cryptococcus<br>Coccidiodes<br>Rhinosporidium<br>Candida<br>Aspergillus<br>Mucor<br>Penicillium<br>Dermatophylus | Гистоплазмоз<br>Криптококкоз<br>Кокцидиоидомикоз<br>Риноспоридиоз<br>Кандидамикоз<br>Аспергиллез<br>Мукоромикоз<br>Пенициллез<br>Дерматомикоз |

## Лекция 2

### ПИТАНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ

План лекции

1. Половое размножение. Гаметагамия. Соматогамия. Гаметангиогамии.
2. Бесполое размножение. Вегетативное и репродуктивное размножение.
3. Конидиальное спороношение.
4. Макро- и микроконидии.

#### РАЗМНОЖЕНИЕ.

Размножение грибов происходит как половым, так и бесполом путем. На этом признаке основана дифференциация грибов на совершенные, имеющие половой цикл развития, и несовершенные, размножающиеся бесполом путем.

При половом размножении клетки (гаметы) из двух гиф срастаются, и образуется новая клетка (зигота). В зиготе ядра сливаются. Последующее редукционное деление наступает для сохранения числа хромосом в каждой клетке, равное числу хромосом в гамете. Такое размножение обеспечивает новые комбинации наследственных признаков. Зиготы могут образовываться из гиф одного таллома или из двух различных талломов.

Способы полового размножения у грибов разнообразны, однако считается, что у данного типа микроорганизмов половой процесс является редуцированным с различными отклонениями. Различают три формы полового размножения: гаметагамию, соматогамию и гаметангиогамию.

Гаметагамия — слияние половых клеток (гамет). Если происходит слияние однородных гамет — это явление называется изогамной гаметагамией. Слияние разнородных по размеру гамет называется оогамной гаметагамией.

При соматогамии гаметы и половые органы не р. | щипаются, а сливаются в обычные соматические клетки мицелия.

При гаметангиогамии, свойственной аскомице-ам и зигомицетам, происходит слияние двух специализированных половых структур, не дифференцированных на гаметы (многоядерные клетки — гаметангии). Эти клетки образуются обычно на концах коротких ответвлений мицелия, называемых копуляционными гифами. После оплодотворения образуется зигота, прорастающая за периодом покоя у зигомицетов, или сразу после образования у аскомицетов.

У аскомицетов и базидиомицетов при образовании зиготы сначала сливается лишь протоплазма клеток; ядра же не сливаясь, образуют дикарионы. Из зиготы развиваются гифы, содержащие дикарионы. На этих гифах образуются специальные органы спороношения — сумки и базидии.

Сумки формируются у аскомицетов, базидии — у базидиомицетов. Следует отметить, что сумки развиваются непосредственно на гифах у низших представителей сумчатых грибов. У высших сумчатых грибов сумки образуются внутри или на поверхности сумчатых плодовых тел — аскокарпов, которые часто бывают окружены бесплодными гифами парафизами. Внутри аскокарпов развиваются споры, называемые аскоспорами. Аскоспоры возникают эндогенно в материнской клетке (сумке).

Количество аскоспор в сумке обычно кратно двум чаще всего их восемь. Аскоспоры бывают одноклеточные или с одной или несколькими поперечными, а иногда и продольными перегородками. Аскоспоры могут быть' или окрашенными или бесцветными. Различают следующие три типа плодовых тел — аскокарпов.

Клейстотеции — замкнутые плодовые тела. Сумки округлой формы располагаются в клейстотеции беспорядочно или в пучке, отходящем от основания. Парифизы между сумками отсутствуют.

Перитеции полузамкнутые плодовые тела шаровидной или грушевидной формы с отверстием на вершине содержащие эллиптические или булавовидные сумки, которые обычно собраны в пучок, часто с парафизами. Перитеции бывают поверхностными или погруженными в субстрат. В верхней части перитеций имеется выводное отверстие устье, которое иногда снабжено бесцветными или окрашенными щетинками.

Апотеции — открытые плодовые тела плоской, блюдцевидной, реже бокаловидной формы. Апотеции бывают сидячие или на ножке. На поверхности плодовых тел этого типа сумки расположены на поверхности и образуют сплошной слой, называемый гимением. Сумки обычно цилиндрической формы. Между ними часто образуются парафизы.

Выход аскоспор из сумок происходит несколькими способами в зависимости от строения сумки. Сумки с тонкой однослойной оболочкой освобождают аскоспоры пассивно в результате разрушения оболочки. В сумках с более толстой оболочкой освобождение аскоспор часто происходит с помощью особых структур, обеспечивающих открывание сумок на верхушке. В сумках, имеющих двухслойную оболочку, активное выбрасывание аскоспор осуществляется в результате разрушения наружного слоя под влиянием тургора, растягивающего внутренний слой.

В отличие от аскоспор на зубцевидных отростках базидий экзогенно образуются базидиоспоры. У высших базидиомицетов базидии формируют гимениальный слой на плодовых телах. У низших базидиомицетов плодовые тела отсутствуют и базидии образуются прямо на мицелии одиночно или рыхлым слоем. У головневых и ржавчинных гри-

базидии развиваются из толстостенных спор хламидоспорного типа. Базидиоспоры всегда одноклеточные. Они разнообразны по форме, цвету, размерам - круглые, эллипсоидные, овальные, гладкие, бородавчатые, шиповатые и др., бесцветные, розовые, коричневые, черные, фиолетово-бурые и др.

На базидиях обычно образуется четыре базидиоспоры, однако встречаются виды с двумя, тремя, шестью и восемью базидиоспорами. Базидиоспоры соединяются с базидией нитевидными или роговидными отростками стеригмами. Споры на базидиях созревают постепенно, и поэтому в гимениальном слое обычно имеются базидии, на которых еще не развились стеригмы, базидии со стеригмами и базидиоспорами. Размеры базидиоспор, стеригм и базидии зависят от вида и рода грибов.

Бесполое размножение происходит посредством митотического деления ядер и соответствующего изменения хромосом. Оно складывается из следующих пяти стадий. 1) интерфазы —стадии покоя. Ядро с удвоенным количеством хромосом; 2) профазы - первой стадии подготовки ядра к делению. Хромосомы агрегированы в виде двойных тонких нитей спирали; 3) метафазы - хромосомы расположены по экватору клетки; 4) анафазы — хромосомы расходятся по полюсам, формируются новые ядра, содержащие такой же набор хромосом, как и материнская клетка;

5) телофазы — стадия перехода к интерфазе. Хромосомы спиралевидной формы, происходит формирование оболочки ядра.

Бесполое размножение играет важную роль в распространении грибов в природе и является одной из отличительных особенностей этой группы микроорганизмов. По способу осуществления бесполое размножение может быть вегетативным (происходить без специальных или с помощью малодифференцированных органов размножения) и репродуктивным (путем образования специальных органов воспроизведения, содержащих дифференцированные клетки, которые служат для размножения и сохранения вида).

Вегетативное размножение, не изменяющее наследственных признаков, может осуществляться прорастанием кусочков мицелия и различных спор. Отдельные фрагменты грибов или клетки гиф, прорастая, дают начало новому мицелию.

Вегетативное размножение может происходить также путем почкования растущей гифы на отдельные клетки — оидии.

Другим способом вегетативного размножения является образование клеток хламидоспор. Эти споры иногда образуются не только в гифах, но и в конидиях. Клетки, сходные с хламидоспорами, но менее дифференцированные, называются геммами.

Вегетативное размножение может осуществляться не только прорастанием кусочков гиф, попавших в благоприятные условия, но и путем прорастания структур, представляющих собой видоизменения мицелия—мицелиальных тяжей, ризоморф и склероциев.

Репродуктивное размножение характеризуется образованием спор. С помощью спор грибы не только размножаются, но также и распространяются во внешней среде. Этому способствует высокая устойчивость оболочек спор к воздействию факторов внешней среды. По способу образования споры подразделяются на эндоспоры, располагающиеся внутри особых вместилищ — спорангиев, и экзоспоры, формирующиеся на дифференцированных отростках гиф. Такие экзоспоры называются конидиями, а отростки гиф, на которых они располагаются, — конидиеносцами.

Наряду с этим у несовершенных грибов наблюдают формирование псевдоэндогенных спор. Спорангии представляют собой шарообразные вздутия на концах спорангиеносцев. Величина спорангиев у грибов варьирует в широких пределах. Споры внутри спорангиев (спорангиеспоры) образуются путем деления цитоплазмы спорангия. Спорангиеспоры обычно имеют несколько ядер и покрыты плотной оболочкой. При созревании спорангия его оболочка, часто растворимая в воде, истончается и разрывается. Через образовавшееся отверстие споры попадают во внешнюю среду и распространяются воздухом, насекомыми и другими путями. Спорангиеносцы обычно толще мицелия, отделены от спорангия перегородкой, могут иметь ветвление или ветвление отсутствует.

Характер ветвления спорангиеносцев — важный дифференциальный признак при идентификации грибов. Ветвление спорангиеносцев может быть моноподиальным, симподиальным и дихотомическим. Встречается мутовчатое ветвление, а также одиночные спорангиеносцы без ветвления. При моноподиальном ветвлении боковые ответвления отходят от центральной оси спорангиеносца.

При симподиальном ветвлении центральная ось спорангиеносца прекращает рост, а ее боковая веточка служит как бы продолжением центральной оси; от этой боковой веточки отходит боковая веточка следующего порядка.

При дихотомическом ветвлении спорангиеносец в точке роста вилкообразно разветвляется. Эти два разветвления в свою очередь последовательно разделяются также вилкообразно.

На ряду с типом ветвления при дифференциации грибов важное значение имеет характер апофизы — вздутие гифы под спорангием, являющееся основой спорангия и «воротничка» (базальная часть оболочки спорангия, сочиняющаяся у верхушки спорангиеносца).

Конидиальное (экзогенное) спороношение характерно в основном для высших грибов (классы *Ascomycetes*, *Besidiomycetes* и *Fungi imperfecti*), но встречается также и у представителей низших грибов.

Конидиальное спороношение наиболее распространено несовершенных грибов — дейтеромицетов. Представители этого класса часто являются конидиальными стадиями совершенных грибов, утратившими ними связь и перешедшими к самостоятельному существованию.

Конидиальные стадии характеризуются быстрым ростом способностью образовывать многочисленные бесполое споры - конидии, прорастающие с образованием таких же конидиальных форм или при благоприятных условиях — совершенных стадий гриба. Конидии бывают разнообразной формы и окраски. По форме — цилиндрическими, овальными, веретенообразными, шаровидными, серповидными и др., по цвету — бесцветными или окрашенными. Образование конидий начинается с разрастания кончика конидиеносца, представляющего собой дифференцированные ветви мицелия. В результате разрастания развивается небольшое вздутие. Это вздутие отделяется от конидиеносца поперечной перегородкой, образуемой путем выпячивания цитоплазмы. Отделенная поперечной перегородкой конидия увеличивается в размерах, ее оболочка утолщается. Некоторое время конидия продолжает быть связанной с конидиеносцем через центральное цитоплазматическое образование, затем конидия отпадает.

При образовании одиночных конидий на этом процесс заканчивается, но у большинства грибов на верхушечной клетке конидиеносца вслед за образованием первой конидии следует образование второй, третьей и т. д.

Различают два способа образования конидий в цепочках: акропетальный и базипетальный. При акропетальном способе первая конидия, отделенная от конидиеносца поперечной перегородкой, образует на вершине или сбоку одной из клеток вырост типа почки. Из почки формируется вторая конидия, на вершине которой появляется третья и т. д. При таком способе наиболее старой является нижняя конидия, а наиболее молодой — верхняя. При базипетальном способе образовавшаяся первая конидия не отпадает, и под ней из конидиеносца образуется вторая, а под ней третья и т. д. В этом случае самой молодой является нижняя конидия, а самой старой — верхняя. Часто конидии при помощи цитоплазматических тяжиков связаны в цепочки. Цепочки конидий бывают компактные, собранные в колонку, нераспадающиеся, или рыхлые, и легко распадающиеся на отдельные конидии. Базипетальный способ образования конидий в цепочках распространен более широко, чем акропетальный.

Некоторые грибы, такие, образуют споры двух типов, отличающиеся размерами: макроконидии - крупные многосептированные споры, микроконидии - мелкие, несептированные.

Макроконидии видов рода *Fusarium* обычно серповидные, веретеновидно-серповидные, реже веретеновидно-ланцетовидные с различным характером и степенью изогнутости. Из элементов морфологии макроконидий диагностическое значение имеют их размеры, характер изогнутости, форма верхней клетки, наличие ножки у основания, количество перегородок.

Изогнутость конидий: эллиптическая, почти равномерная незначительная на обоих концах; параболическая — конидии изогнуты преимущественно в верхней части; гиперболическая — значительная на обоих концах. Кроме этих типов изогнутости для некоторых видов конидий характерны угревидная изогнутость, звездчатая и др.

Форма верхней клетки. Для большинства макроконидий этого вида характерна постепенно и равномерно суженная верхняя клетка. У некоторых видов встречаются и иные формы: слегка суженная, тупая, изогнутая или прямая; слегка и внезапно суженная короткая; слегка суженная удлиненная и усеченная; сильно и резко суженная удлиненная; сильно и резко суженная, нитевидно удлиненная иногда загнутая.

Ножки у основания макроконидий большинства видов четко выражена; у ряда видов она имеет вид сосочка или нечетко выражена, у некоторых видов — отсутствует. Количество перегородок в макроконидиях отдельных видов обычно достигает трех — пяти, реже пяти — семи. Размер макроконидий и количество перегородок с учетом амплитуды их изменчивости являются важными признаками выделения отдельных их видов и разновидностей.

Для некоторых видов характерно изменение толщины макроконидий посередине и у концов.

Микроконидии в морфологическом отношении менее дифференцированы, чем макроконидии, но они играют значительную роль в распространении вида и заселении субстрата. Их наличие или отсутствие может быть использовано для диагностики отдельных видов только в случае их обильного и относительно постоянного образования. По форме различают микроконидии овально-цилиндрические, эллипсоидальные, яйцевидные с почти равным диаметром на протяжении всей длины, с округленными концами, с широкой амплитудой соотношений длины и ширины; обратнобулавовидные с расширенной верхушкой и суженным основанием.

По способу образования у гифальных грибов выделяют следующие типы спор.

Бластоспоры образуются по типу почек на поверхности спорогенной клетки прямо на гифе или на коротких зубчатых отростках. Конидиеносец при этом удлиненный или апикально утолщенный и покрыт зубчиками. Бластоспоры отделяются от спороносной клетки в результате сжатия небольшого канала между спорогенной клеткой и конидией при наполнении его веществом клеточной оболочки (типы *Cladosporium*, *Bispora*). Бластоспоры могут продуцировать новые бластоспоры на апексах, формируя акропетальные простые или разветвленные цепочки конидий.

Фиалоспоры развиваются на специальных образованиях мжидиеносцев — фиалидах (типы *Penicillium*, *Aspergillus*), как правило, эндогенно внутри фиалиды или на апексе. У *Phialophora* первые фиалоспоры располагаются внутри мразорванных фиалид и являются эндогенными, тогда как последующие фиалоспоры экзогенные, даже если они погружены внутрь открытого устья. Край оболочки фиалиды при растяжении образует выступ, или «воротничок», который у одних видов значительный и сильно выступающий и у других очень маленький и почти неразличимый.

Различают би- и полифиалиды. Бифиалиды имеют двойную верхушку, окруженную небольшим «воротничком», лиг споры могут образовываться одновременно. Полифиалиды формируют фиалоспору базипетально. Фиалоспоры обычно собираются в ложные головки или цепочки.

Артроспоры получают в результате деления спорогенной гифы конидиеносцев с образованием одиночных спор или их ветвящихся цепочек. Такие споры могут также возникать эндогенно внутри спорогенной гифы. Артроспоры освобождаются путем гистоли-

зиса или расщепления (разрыва) внешней оболочки спорогенной гифы.

Алеуроспоры, или хламидоспоры, возникают как терминальные, боковые или интеркалярные выпячивания конидиеносцев или гиф и отделяются от материнской клетки одной или двумя перегородками. Они в основном устойчивы и функционируют как покоящиеся споры.

Пороспоры образуются одиночно или группами, имеют толстую оболочку и развиваются через мелкие одиночные или многочисленные поры в стенках спороносца.

Радуласпоры развиваются на маленьких стеригмах, образуемых на кончике конидиеносца или же на интеркалярных вздутиях (тип *Beauveria*).

Конидиеносцы — обособленные ответвления гиф, которые у многих видов имеют сложную структуру, обеспечивающую обильное конидиеобразование. Они или отчетливо обособлены от вегетативных гиф и малоотличимы, или почти не отличаются от них и могут состоять из одиночной гифы (ветвящейся или нет) или гиф, собранных в пучки.

Различают конидиеносные клетки двух типов: бластические, развивающиеся из части конидиогенной клетки, зачаток конидий у которых заметно увеличивается еще до образования поперечной перегородки, отделяющей конидию от конидиогенной клетки, и таллические, которые развиваются из всей конидиогенной клетки. Бластические конидии образуются голобластически (все слои оболочки конидиеобразующей клетки принимают участие в образовании оболочки конидий) или энтеробластически (наружные слои оболочки конидиогенной клетки не принимают участия в образовании оболочки конидий). При этом различают два способа образования конидий: третичный, при котором отпочковывание конидий происходит через канал (пору) в оболочке конидиогенной клетки, и фиалидный — конидии образуются в фиалидах. Детерминированные конидиеносные клетки (бластические и таллические) прекращают рост до стадии образования следующих конидий.

Фиалида — конечная спороносящая клетка сложного конидиеносца, обычно бутылковидной формы, образующая на конце одиночную конидию либо в базипетальной последовательности цепочку или головку конидий. Верхушечные клетки ответвлений конидиеносца, несущие конидии, имеют характерную, часто бутылковидную, веретеновидную или шаровидную формы и тоже называются фиалидами. Фиалиды могут иметь одно или несколько отверстий, через которые одновременно выходят конидии.

Конидии бывают простые и сложные. У простых конидий фиалиды образуются на верхушке конидиеносца или на его ответвлениях. При моноподиальном ветвлении конидиеносцев боковые ответвления отходят от центральной оси, при симподиальном — центральная ось прекращает рост, а боковая веточка служит как бы продолжением центральной оси; от этой боковой веточки отходит боковая веточка следующего порядка, как бы продолжая центральную ось и т. д. При дихотомическом ветвлении конидиеносец в точке роста образует несколько последовательных вилкообразных разветвлений. Сложные конидиеносцы характеризуются различными разветвлениями или наличием верхушечного вздутия (головки), на поверхности которых возникают фиалиды (первого и второго порядков), несущие конидии.

Конидиеносцы могут иметь вид кисточек с веточками первого, второго, иногда третьего порядков, на которых образуется по нескольку фиалид. На вершине их формируются конидии в цепочках.

Одноярусные кисточки (одномутовчатые, моновертицилляшные) состоят из одной мутовки фиалид, расположенных на верхушке конидиеносца, который под самой мутовкой фиалид иногда слегка расширяется.

Двухъярусные кисточки (двухмутовчатые) состоят из мутовок фиалид, размещенных на цилиндрических ответвлениях — метулях, расположенных также на тонкой верхушке ножки конидиеносца.

Многоярусные кисточки (многомутовчатые, поливертиципные) состоят из веточек, фиалид, метуль, которые расположены мутовками на ответвлениях конидиеносца, а и.

непосредственно на ножке конидиеносца, как у двухярусных.

У несимметричных кисточек мутовки метуль расположены на верхушке односторонне отходящих веточек конидиеносца — обычно одной центральной и одной боковой. У одних видов дейтеромицетов конидиеносцы образуются на гифах одиночно, у других — скученно, сплошным слоем в виде коремий спородохийев, пиоинот и пикнид.

Коремии — пучок тесно сплетенных, частично склеенных слизью, простых или слабо разветвленных конидиеносцев, каждый из которых на верхушке формирует конидии. Коремии образуют виды рода *Stysanus graphium*. Они составляют отдельную группу дейтеромицетов — коремияльных грибов. Коремии известны у некоторых видов пенициллиев и других грибов. Строение их у разных видов грибов разное: у одних конидии образуются на верхушке коремия в виде ложной головки, у других — на протяжении сплетения гиф или в верхней части. Типичные коремии имеют вид узких и сравнительно высоких колонок.

Спородохии — скопление коротких конидиеносцев, часто разветвленных. Они возникают одновременно на прозо- или плектенхиматическом сплетении мицелия. Нередко спородохии окружены стерильными верхушечными гифами (ресничками). Интенсивно образуемые в спородохиях одно- или многоклеточные конидии обильно покрыты слизью. Морфология конидий, образуемых в спородохиях, постоянна в отличие от конидий тех же видов грибов, образуемых в мицелии. Например, у многих видов фузариев макроконидии, образуемые в спородохиях, однотипны, а на простых конидиеносцах, в мицелии амплитуда изменчивости значительна.

Пионноты — сплошной слой спородохийев на поверхности мицелия. Это также обычно однотипные конидии, покрытые слизью.

Пикниды — тесное скопление коротких простых или разветвленных конидиеносцев, находящихся внутри особого тела, которое покрыто оболочкой. Последняя представляет собой прозо- и плектенхиматическое сплетение гиф. Пикниды имеют узкое отверстие наверху. Отпадающие зрелые конидии (пикноспоры или стилоспоры), обычно покрытые слизью, через это отверстие выходят наружу. Пикниды бывают одиночные, иногда по несколько образуется в одной строме, по форме — округлые, грушевидно-удлиненные, приплюснутые. Пикнидиальное спороношение характерно для значительного числа родов дейтеромицетов, например *Phoma*, *Septoria* и др.

Ацервулы (ложе грибов) в типичном случае состоят из плоского сплетения гиф, на поверхности которых тесным слоем располагаются конидиеносцы, большей частью короткие и мало или совсем не ветвящиеся. Часто ложе располагается внутри субстрата и долгое время остается прикрытым, освобождаясь от спор лишь через разрыв наружных покровов к моменту их созревания. Нередко с боков ацервулы окружены кольцом стерильных гиф. Такая группа конидиеносцев типична для большой группы несовершенных грибов, но встречается и в уредоспороношениях ржавчинных грибов.

### Лекция 3

#### **ПРИНЦИПЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКОЗОВ. МЕТАБОЛИТЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ МИКОТОКСИНАМИ. СИСТЕМНЫЕ МИКОЗЫ**

План лекции

- 1 Микотоксикозы.
- 2 Лабораторная диагностика микотоксикозов.
- 3 Метаболиты, вызывающие микотоксикозы.
- 4 Стахиботриотоксины
- 5 Фузариюоксины
- 6 Зеараленоны

- 7 Монилиформины
- 8 Афлогоксены
- 9 Стеригматоцистины
- 10 Мирогечиотоксины
- 11 Спородесмины
- 12 Эрготоксины
- 13 Охратоксины

**МИКОТОКСИКОЗЫ (Mycotoxicoses)** - болезни животных, возникающие в результате поедания кормов, содержащих токсические метаболиты, выделяемые грибами, характеризующиеся внезапностью появления, массовым отравлением, коротким инкубационным периодом, затиханием и полным прекращением заболевания при смене кормов.

Известно 250 микромицетов, продуцирующих более 100 токсичных метаболитов. Микотоксикозы вызываются плесневыми грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Dendrodochium*.

К микотоксинам чувствительны почти все виды животных, птицы и рыбы.

Наименование микотоксикоза происходит от названия токсина или гриба-продуцента. При диагностике микотоксикоза внимание уделяют обнаружению токсина, поскольку гриб-продуцент в ряде случаев к моменту исследования погибает, кроме того, один и тот же микотоксин может синтезировать различные виды грибов.

**Лабораторная диагностика** микотоксикозов основана на результатах токсико-биологических, органолептических, микологических и физико-химических исследований.

**Для исследования** в лабораторию направляют пробы кормов, содержащее желудочно-кишечного тракта павших животных.

Отобранную среднюю пробу делят на две части (одну часть отправляют, другую часть хранят в хозяйстве в течение месяца, в условиях предотвращающих порчу или вторичное загрязнение).

**Органолептическое исследование:** определяют внешний вид, цвет, запах корма.

**Токсикологическое исследование** проводят на кроликах, аквариумных рыбках (группы породы Винер), белых мышках или с.-х. животных. На кроликах ставят кожную пробу. К 50 г. измельченного корма добавляют 150 мл диэтилового эфира (эфир для наркоза) или ацетона. Смесь встряхивают при комнатной температуре с помощью шуттель-аппарата в течение 3-х ч. Экстракт фильтруют и выпаривают до полного исчезновения запаха и заражают кроликов. В области бедра, лопатки выстригают участок кожи площадью 6 кв.см. На одном кролике можно ставить не более 4-х проб. На выстриженный участок наносят часть экстракта и втирают его в кожу. Через 24 ч наносят оставшийся экстракт. Учёт производят после повторного нанесения на следующий день и продолжают вести наблюдение в течение 3–5 дней, затем проводят учет результатов:

- а) корм **нетоксичный** – отсутствует воспалительная реакция и изменение на коже;
- б) корм **слаботоксичный** – шелушение кожи, отёчность, болезненность;
- в) корм **токсичный** – резкая гиперемия, отёк, утолщение кожи, болезненность, появление язвы и струпа.

**Дополнительно токсичность** кормов определяют на аквариумных рыбках. Методика основана на извлечении микотоксинов из фуражного зерна, продуктов его переработки, экстракции хлороформом и исследовании на рыбках группы.

В раствор экстракта помещают 5 рыбок, ведут наблюдение в течение 24–30 ч.

Оценка степени токсичности корма:

- а) **нетоксичный** – при гибели не более одной рыбки в течение 24 ч;
- б) **слаботоксичный** – при гибели 2–4 рыбок;
- в) **токсичный** – при гибели всех 5 рыбок в течение 24 ч.

Биопробу ставят на мышках, путём введения экстракта в желудок.

**Микологический анализ** включает выделение из корма и идентификацию грибов-продуцентов микотоксинов. Делают посевы в чашки Петри с агаром Чапека, сусло-агаром или в жидкую среду Билай. Грубые корма высевают во влажные камеры со средой Ван-Итерсона. Для приготовления влажной камеры со средой Ван-Итерсона на дно чашки Петри кладут слой ваты с кружком фильтровальной бумаги по диаметру чашки и стерилизуют в сушильном шкафу. Перед посевом на фильтровальную бумагу наливают среду Ван-Итерсона до увлажнения бумаги, не создавая избытка влаги.

**Для выделения грибов из кормового зерна:** зерно раскладывают на поверхности фильтровальной бумаги по 10 шт. по отдельности. Посевы инкубируют при температуре 20–25°C в течение 3–10 дней до образования характерного спороношения, после чего макро- и микроскопическое исследование культур грибов с целью идентификации.

**Для микроскопирования** готовят препараты "раздавленная капля".

При микроскопии учитывают цвет, форму колоний, консистенцию, характер роста, выделение пигментов, степень развития воздушного мицелия.

**Физико-химический анализ** проводится с целью качественного и количественного определения микотоксинов в кормах с помощью различных методов – люминесцентного анализа, хроматографии и т.д.

При оценке результатов необходимо учитывать данные всех исследований, клинические признаки и патологоанатомические изменения.

## **МЕТАБОЛИТЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ МИКОТОКСИКОЗЫ**

Токсичные свойства грибов, паразитирующих на кормах и растениях, начали изучать со времени определения ядовитых свойств «рожков» (склероциев) спорыньи. За этот период установлена химическая природа многих из них. Однако подобные исследования еще считают незаконченными. Одни и те же виды грибов обладают различной степенью токсичности, в зависимости от типа растения, на котором паразитирует гриб, метеорологических условий, географического пояса и многих других факторов. Экспериментальным путем при воздействии N-нитрозометилмочевины удавалось токсичные штаммы *Fusarium* перевести в нетоксичные, и наоборот. Видимо, в природе под воздействием различных факторов также могут происходить аналогичные явления.

Токсичные вещества грибов содержатся только в определенных морфологических структурах. Например, при эрготизме токсичными являются только склероции, а другие стадии развития гриба (сумчатая и конидиальная) безвредны. У грибов из рода *Aspergillus* токсические вещества содержатся в мицелии и конидиях. Знание основных характеристик токсичных метаболитов грибов помогает правильно организовать мероприятия по детоксикации корма. Приводим краткую характеристику основных токсических метаболитов, вызывающих микотоксикозы.

**Стахиботриотоксины** — группа токсических метаболитов, относится к трихотеценам. Эти токсические вещества имеют сходство с сердечными гликозидами растительного и животного происхождения.

В последнее время расшифрована природа нескольких микотоксинов. продуцируем их грибом *Stachybotrys alternans*; роридин E, сатратоксин H, сатратоксин D, сатратоксин C, сагритоксин F, веррукарин A. Различные штаммы продуцируют неодинаковые токсины.

Стахиботриотоксины устойчивы к воздействию высоких температур, действию света, ультрафиолетовых лучей и минеральных органических кислот. Так, при воздействии температуры 120°C в течение 2 ч токсичность стахиботриотоксинов практически не снижалась. В то же время стахиботриотоксины очень чувствительны к воздействию щелочей. В связи с этим при детоксикации пораженной соломы хорошие результаты получают при обработке ее 1%-ным раствором аммония и 0,5%-ным раствором едкого калия и едкого натрия.

**Фузариюоксины** (трихотецены, зсараленон, монмлиформин). Грибы из рода *Fusarium* продуцируют более 10 трихотеценовых токсинов и зеараленон. Наиболее часто в природе

встречаются Т-2 токсин, дезоксиниванол, ниваленол и диацетоксискирпенол.

Большинство штаммов, продуцирующих трихотецены, вырабатывают несколько токсинов. Например, гриб *F. sporotrichiella* вырабатывает Т-2, НТ-2, Т-1 -токсины, неосоланиол, Т-2-триол и др. Наиболее часто причиной отравлений животных служит **Т-2-токсин**.

**Зеараленон**, или F-2-токсин, является лактоном резорциловой кислоты. Многочисленные производные зеараленона—продукты метаболизма многих грибов ил рода *Fusarium*. Зеараленон отличается от других микотоксинов наличием гормоноподобных свойств и отсутствием острого токсического действия, приводящего к летальному исходу LD<sub>50</sub> для морских свинок составляет 5000 мг на 1 кг массы тела, для крыс. — более 10 000, для цыплят более 15000 мг/кг.

**Монилиформин** токсичный метаболит, в основном продуцируемый грибами *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum* и др. LD<sub>50</sub>: монилиформина составляет для однодневных цыплят и 5—7-дневных утят 50 мг/кг массы тела; для куриных эмбрионов LD<sub>50</sub>- 2,8 мкг на яйцо. Кроме описанных микотоксинов грибы на рода *Fusarium* продуцируют фузариоцины А и С. бутенолид.

**Афлогоксинны** — токсические метаболиты, образуемые грибами из рода *Aspergillus* (*A. favus* *A. parasiticus*). Грибы образуют эндо- и экзотоксины. Интенсивность образования токсинов находится в зависимости от штамма, состава питательной среды и температуры.

Афлатоксены являются безазотистыми веществами, имеют метоксисоединения, несколько карбониллов и лактоновое кольцо. Это производные дегидрофурана. Известно четыре основных представителя афлатоксинов—В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> и более десяти соединений, производных основной группы. Наиболее токсичен В<sub>1</sub>, который нарушает метаболические функции печени, что проявляется в уменьшении содержания гликогена и витамина А.

Афлатоксины слабо растворимы в воде, но хорошо растворяются в хлороформе, этаноле. В водных растворах легко разрушаются на свету. Вместе с тем афлатоксины устойчивы к воздействиям высоких температур. Так, нагревание до 160°C не приводит к снижению токсичности. Температура плавления афлатоксенов находится в пределах +237—289°C. В ультрафиолетовых лучах афлатоксины флюоресцируют зеленым и голубым цветом. Токсические вещества чувствительны к воздействию кислот, щелочей, ультрафиолетовых лучей, которые инактивируют афлатоксины.

Малоизучен микотоксин **стеригматоцистин**, продуцируемый грибами из рода *Aspergillus*. Стеригматоцистин по химической структуре—дифурокумарин, имеет сходство с афлатоксином В<sub>1</sub> представляет собой кристаллы бледно- желтую тцета, нерастворимые в воде с температурой плавления 246°C и молекулярной массой 324.

Микотоксин растворим в различных органических веществах при температуре +25° С в различных соотношениях. Наилучший растворитель — хлороформ, в котором микотоксин растворяется в соотношении 7138 мг на 100 мл, далее идет тетрагидрофуран, пропиленгликоль, диметилформамид, диметилсульфоксил, этиленгликоль, этилолеат с растворимостью для всех их 1206 мг на 100 мл. В гексане и ацетоне стеригматоцистин растворяется в соотношения 400 мг на 100 мл.

Установлено, что стеригматоцистин имеет максимум поглощения УФ - света в области 233, 246. 326 нм. Микотоксин флюоресцирует и УФ - лучах кирпично-красным цветом, а после обработки 20%-ным спиртовым раствором хлористого алюминия- зеленовато-желтым при длине волны 325 им. Коэффициент молярной экстинкции стеригматоцистна при 325 им соответствует 15200.

**Мирогениотоксины** (дондродохины) токсические метаболиты, выделяемые грибами *Myrothecium verrucaria*, *M. goidum* и *M. leucorichum*. Дифференцированы два вещества выделяемые этими грибами: веррукарин А и роредин А. Подученные в чистом виде, они представляют собой кристаллический порошок или желтое масло. Эти вещества обладают выраженным дермацидным действием. Токсичные метаболиты хорошо растворяются в

хлороформе, бензине, эфире, этаноле, метаноле и хуже в воде и четыреххлористом углероде, оказывают токсическое действие на культуры клеток.

**Спородесмины** — токсические метаболиты, образуемые грибом *Pithomyces chartarum*, вызывающие питомицестоксикоз у овец и крупного рогатого скота. В чистом виде выделены спородесмин, спородесмин В, Е, G и Н. Спородесмин обладает выраженными цитологическими свойствами и вызывает дегенерацию культур клеток. Следует отметить, что токсин содержится в основном в спорах гриба, что важно для правильной организации мер борьбы с этим микотоксикозом.

Из лабораторных животных к спородесмину наиболее чувствительны кролики и морские свинки. В условиях эксперимента введение овцам спородесмина в дозе 1 мг/кг массы тела привело к гибели 90% животных.

**Эрготоксины** - токсические метаболиты, образуемые грибами *Claviceps purpurea* и *Cl. paspali*. Токсические метаболиты этих грибов представлены двумя пирами клавиналкалоидов и пептидными алкалоидами.

Алкалоиды и их производные отличаются фармакологическими, токсическими и другими свойствами. Одни из них суживают зрачок и кровеносные сосуды, парализуют двигательные симпатические нервы, другие - вызывают сильное сокращение мускулатуры матки. В фармакологическом клане прослеживаются два основных действия эрготоксинов: сокращение мускулатуры, особенно матки у беременных животных, и специфическое блокирование симпатической нервной системы.

**Охратоксины** — токсические метаболиты, продуцируемые различными грибами *Aspergillus* и *Penicillium*, однако способность к охратоксигенезу наиболее выражена у *A. ochraceum*. Эти микотоксины являются изокумаринами, связанными амидами с L фенилаланином.

В кормах обычно встречаются охратоксин А и редко охратоксин В. В лабораторных условиях выделены охратоксин С, метиловый эфир охратоксина А, метиловый и этиловый эфиры охратоксина В. При ферментативном и кислотном гидролизе образуются охратоксин А и L-фенилаланин. Все охратоксины термостабильны, и их детоксикация представляет определенные трудности. Точка плавления охратоксина А составляет —109° С, охратоксина В — 221 °С.

### Лекция 3

#### ПРИНЦИПЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКОЗОВ. МЕТАБОЛИТЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ МИКОТОКСИНАМИ. СИСТЕМНЫЕ МИКОЗЫ

План лекции

- 1 Микотоксикозы.
- 2 Лабораторная диагностика микотоксикозов.
- 3 Метаболиты, вызывающие микотоксикозы.
- 4 Стахиботриотоксины
- 5 Фузариюоксины
- 6 Зеараленоны
- 7 Монилиформины
- 8 Афлогоксипы
- 9 Стеригматоцистины
- 10 Мирогечиотоксины
- 11 Спородесмины
- 12 Эрготоксины
- 13 Охратоксины

**МИКОТОКСИКОЗЫ (Mycotoxicoses)** - болезни животных, возникающие в результате поедания кормов, содержащих токсические метаболиты, выделяемые грибами, характеризующиеся внезапностью появления, массовым отравлением, коротким инкубационным периодом, затиханием и полным прекращением заболевания при смене кормов.

Известно 250 микромицетов, продуцирующих более 100 токсичных метаболитов. Микотоксикозы вызываются плесневыми грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Dendrodochium*.

К микотоксинам чувствительны почти все виды животных, птицы и рыбы.

Наименование микотоксикоза происходит от названия токсина или гриба-продуцента. При диагностике микотоксикоза внимание уделяют обнаружению токсина, поскольку гриб-продуцент в ряде случаев к моменту исследования погибает, кроме того, один и тот же микотоксин может синтезировать различные виды грибов.

**Лабораторная диагностика** микотоксикозов основана на результатах токсико-биологических, органолептических, микологических и физико-химических исследований.

**Для исследования** в лабораторию направляют пробы кормов, содержащее желудочно-кишечного тракта павших животных.

Отобранную среднюю пробу делят на две части (одну часть отправляют, другую часть хранят в хозяйстве в течение месяца, в условиях предотвращающих порчу или вторичное загрязнение).

**Органолептическое исследование:** определяют внешний вид, цвет, запах корма.

**Токсикологическое исследование** проводят на кроликах, аквариумных рыбках (гуппи породы Винер), белых мышках или с.-х. животных. На кроликах ставят кожную пробу. К 50 г. измельчённого корма добавляют 150 мл диэтилового эфира (эфир для наркоза) или ацетона. Смесь встряхивают при комнатной температуре с помощью шуттель-аппарата в течение 3-х ч. Экстракт фильтруют и выпаривают до полного исчезновения запаха и заражают кроликов. В области бедра, лопатки выстригают участок кожи площадью 6 кв.см. На одном кролике можно ставить не более 4-х проб. На выстриженный участок наносят часть экстракта и втирают его в кожу. Через 24 ч наносят оставшийся экстракт. Учёт производят после повторного нанесения на следующий день и продолжают вести наблюдение в течение 3–5 дней, затем проводят учет результатов:

- а) корм **нетоксичный** – отсутствует воспалительная реакция и изменение на коже;
- б) корм **слаботоксичный** – шелушение кожи, отёчность, болезненность;
- в) корм **токсичный** – резкая гиперемия, отёк, утолщение кожи, болезненность, появление язвы и струпа.

**Дополнительно токсичность** кормов определяют на аквариумных рыбках. Методика основана на извлечении микотоксинов из фуражного зерна, продуктов его переработки, экстракции хлороформом и исследовании на рыбках гуппи.

В раствор экстракта помещают 5 рыбок, ведут наблюдение в течение 24–30 ч.

Оценка степени токсичности корма:

- а) **нетоксичный** – при гибели не более одной рыбки в течение 24 ч;
- б) **слаботоксичный** – при гибели 2–4 рыбок;
- в) **токсичный** – при гибели всех 5 рыбок в течение 24 ч.

Биопробу ставят на мышках, путём введения экстракта в желудок.

**Микологический анализ** включает выделение из корма и идентификацию грибов-продуцентов микотоксинов. Делают посева в чашки Петри с агаром Чапека, сусло-агаром или в жидкую среду Билай. Грубые корма высевают во влажные камеры со средой Ван-Итерсона. Для приготовления влажной камеры со средой Ван-Итерсона на дно чашки Петри кладут слой ваты с кружком фильтровальной бумаги по диаметру чашки и стерилизуют в сушильном шкафу. Перед посевом на фильтровальную бумагу наливают среду Ван-Итерсона до увлажнения бумаги, не создавая избытка влаги.

**Для выделения грибов из кормового зерна:** зерно раскладывают на поверхности фильтровальной бумаги по 10 шт. по отдельности. Посевы инкубируют при температуре 20–25°C в течение 3–10 дней до образования характерного спороношения, после чего макро- и микроскопическое исследование культур грибов с целью идентификации.

**Для микроскопирования** готовят препараты "раздавленная капля".

При микроскопии учитывают цвет, форму колоний, консистенцию, характер роста, выделение пигментов, степень развития воздушного мицелия.

**Физико-химический анализ** проводится с целью качественного и количественного определения микотоксинов в кормах с помощью различных методов – люминесцентного анализа, хроматографии и т.д.

При оценке результатов необходимо учитывать данные всех исследований, клинические признаки и патологоанатомические изменения.

## **МЕТАБОЛИТЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ МИКОТОКСИКОЗЫ**

Токсичные свойства грибов, паразитирующих на кормах и растениях, начали изучать со времени определения ядовитых свойств «рожков» (склероциев) спорыньи. За этот период установлена химическая природа многих из них. Однако подобные исследования еще считают незаконченными. Одни и те же виды грибов обладают различной степенью токсичности, в зависимости от типа растения, на котором паразитирует гриб, метеорологических условий, географического пояса и многих других факторов. Экспериментальным путем при воздействии N-нитрозометилмочевины удавалось токсичные штаммы *Fusarium* перевести в нетоксичные, и наоборот. Видимо, в природе под воздействием различных факторов также могут происходить аналогичные явления.

Токсичные вещества грибов содержатся только в определенных морфологических структурах. Например, при эрготизме токсичными являются только склероции, а другие стадии развития гриба (сумчатая и конидиальная) безвредны. У грибов из рода *Aspergillus* токсические вещества содержатся в мицелии и конидиях. Знание основных характеристик токсичных метаболитов грибов помогает правильно организовать мероприятия по детоксикации корма. Приводим краткую характеристику основных токсических метаболитов, вызывающих микотоксикозы.

**Стахиботриотоксины** — группа токсических метаболитов, относится к трихотеценам. Эти токсические вещества имеют сходство с сердечными гликозидами растительного и животного происхождения.

В последнее время расшифрована природа нескольких микотоксинов. продуцируем их грибом *Stachybotrys alternans*; роридин E, сатратоксин H, сатратоксин D, сатратоксин C, сагритоксин F, веррукарин A. Различные штаммы продуцируют неодинаковые токсины.

Стахиботриотоксины устойчивы к воздействию высоких температур, действию света, ультрафиолетовых лучей и минеральных органических кислот. Так, при воздействии температуры 120°C в течение 2 ч токсичность стахиботриотоксинов практически не снижалась. В то же время стахиботриотоксины очень чувствительны к воздействию щелочей. В связи с этим при детоксикации пораженной соломы хорошие результаты получают при обработке ее 1%-ным раствором аммония и 0,5%-ным раствором едкого калия и едкого натрия.

**Фузариюоксины** (трихотецены, зеараленон, монмлиформин). Грибы из рода *Fusarium* продуцируют более 10 трихотеценовых токсинов и зеараленон. Наиболее часто в природе встречаются Т-2 токсин, дезоксиниванол, ниваленон и диацетоксискирпенон.

Большинство штаммов, продуцирующих трихотецены, вырабатывают несколько токсинов. Например, гриб *F. sporirichiclla* вырабатывает Т-2, НТ-2, Т-1 -токсины, неосоланиол, Т-2-триол и др. Наиболее часто причиной отравлений животных служит **Т-2-токсин**.

**Зеараленон**, или F-2-токсин, является лактоном резорциловой кислоты. Многочисленные производные зеараленона—продукты метаболизма многих грибов ил рода

*Fusarium*. Зеараленон отличается от других микотоксинов наличием гормоноподобных свойств и отсутствием острого токсического действия, приводящего к летальному исходу LD<sub>50</sub> для морских свинок составляет 5000 мг на 1 кг массы тела, для крыс. — более 10 000, для цыплят более 15000 мг/кг.

**Монилиформин** токсичный метаболит, в основном продуцируемый грибами *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum* и др. LD<sub>50</sub>: монилиформина составляет для однодневных цыплят и 5—7-дневных утят 50 мг/кг массы тела; для куриных эмбрионов LD<sub>50</sub>- 2,8 мкг на яйцо. Кроме описанных микотоксинов грибы на рода *Fusarium* продуцируют фузариоцины А и С. бутенолид.

**Афлогоксены** — токсические метаболиты, образуемые грибами из рода *Aspergillus* (*A. favus* *A. parasiticus*). Грибы образуют эндо- и экзотоксины. Интенсивность образования токсинов находится в зависимости от штамма, состава питательной среды и температуры.

Афлатоксены являются безазотистыми веществами, имеют метоксисоединения, несколько карбониллов и лактоновое кольцо. Это производные дегидрофурана. Известно четыре основных представителя афлатоксинов—В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> и более десяти соединений, производных основной группы. Наиболее токсичен В<sub>1</sub>, который нарушает метаболические функции печени, что проявляется в уменьшении содержания гликогена и витамина А.

Афлатоксины слабо растворимы в воде, но хорошо растворяются в хлороформе, этаноле. В водных растворах легко разрушаются на свету. Вместе с тем афлатоксины устойчивы к воздействиям высоких температур. Так, нагревание до 160°C не приводит к снижению токсичности. Температура плавления афлатоксенов находится в пределах +237—289°C. В ультрафиолетовых лучах афлатоксины флюоресцируют зеленым и голубым цветом. Токсические вещества чувствительны к воздействию кислот, щелочей, ультрафиолетовых лучей, которые инактивируют афлатоксины.

Малоизучен микотоксин **стеригматоцистин**, продуцируемый грибами из рода *Aspergillus*. Стеригматоцистин по химической структуре—дифурокумарин, имеет сходство с афлатоксином В<sub>1</sub> представляет собой кристаллы бледно- желтую тщета, нерастворимые в воде с температурой плавления 246°C и молекулярной массой 324.

Микотоксин растворим в различных органических веществах при температуре +25° С в различных соотношениях. Наилучший растворитель — хлороформ, в котором микотоксин растворяется в соотношении 7138 мг на 100 мл, далее идет тетрагидрофуран, пропиленгликоль, диметилформамид, диметилсульфоксид, этиленгликоль, этилолеат с растворимостью для всех их 1206 мг на 100 мл. В гексане и ацетоне стеригматоцистин растворяется в соотношения 400 мг на 100 мл.

Установлено, что стеригматоцистин имеет максимум поглощения УФ - света в области 233, 246. 326 нм. Микотоксин флюоресцирует и УФ - лучах кирпично-красным цветом, а после обработки 20%-ным спиртовым раствором хлористого алюминия- зеленовато-желтым при длине волны 325 им. Коэффициент молярной экстинкции стеригматоцистна при 325 им соответствует 15200.

**Мирогецитоксины** (дондродохины) токсические метаболиты, выделяемые грибами *Myrothecium verrucaria*, *M. rogidum* и *M. leucolrichum*. Дифференцированы два вещества выделяемые этими грибами: веррукарин А и роредин А. Подученные в чистом виде, они представляют собой кристаллический порошок или желтое масло. Эти вещества обладают выраженным дерматидным действием. Токсичные метаболиты хорошо растворяются в хлороформе, бензине, эфире, этаноле, метаноле и хуже в воде и четыреххлористом угле, оказывают токсическое действие па культуры клеток.

**Спородесмины** — токсические метаболиты, образуемые грибом *Pithomyces chartarum*, вызывающие питомицестоксикоз у овец и крупного рогатого скота. В чистом виде выделены спородесмин, спородесмин В, Е, G и Н. Спородесмин обладает выраженными цитологическими свойствами и вызывает дегенерацию культур клеток. Следует отметить, что токсин содержится в основном в спорах гриба, что важно для правильной организации

мер борьбы с этим митоксикозом.

Из лабораторных животных к спородесмину наиболее чувствительны кролики и морские свинки. В условиях эксперимента введение овцам спородесмина в дозе 1 мг/кг массы тела привело к гибели 90% животных.

**Эрготоксины** - токсические метаболиты, образуемые грибами *Claviceps purpurea* и *Cl. paspali*. Токсические метаболиты этих грибов представлены двумя пирами клавиналкалоидов и пептидными алкалоидами.

Алкалоиды и их производные отличаются фармакологическими, токсическими и другими свойствами. Одни из них суживают зрачок и кровеносные сосуды, парализуют двигательные симпатические нервы, другие - вызывают сильное сокращение мускулатуры матки. В фармакологическом клане прослеживаются два основных действия эрготоксинов: сокращение мускулатуры, особенно матки у беременных животных, и специфическое блокирование симпатической нервной системы.

**Охратоксины** — токсические метаболиты, продуцируемые различными грибами *Aspergillus* и *Penicillium*, однако способность к охратоксигенезу наиболее выражена у *A. ochraceum*. Эти микотоксины являются изокумаринами, связанными амидами с L фенилаланином.

В кормах обычно встречаются охратоксин А и редко охратоксин В. В лабораторных условиях выделены охратоксин С, метиловый эфир охратоксина А, метиловый и этиловый эфиры охратоксина В. При ферментативном и кислотном гидролизе образуются охратоксин А и L-фенилаланин. Все охратоксины термостабильны, и их детоксикация представляет определенные трудности. Точка плавления охратоксина А составляет —109° С, охратоксина В — 221 °С.

## **ДЕРМАТОМИКОЗЫ (ТРИХОФИТИЯ, МИКРОСПОРИЯ). КАНДИДАМИКОЗ. МИКОЗЫ РЫБ, ПЧЕЛ. ЭПИЗООТИЧЕСКИЙ ЛИМФАНГИТ. ГИСТАПЛАЗМОЗ. КРИПТОКОККОЗ**

### **План лекции**

- 1 Возбудители микозов с.-х. животных
- 2 Трихофития - стригущий лишай, трихофитоз
- 3 Микроспория
- 4 эпизоотический лимфангит
- 5 Кокцидиоидомикоз

### **Возбудителями микозов с.-х. животных**

Микозы это болезни животных, вызываемые микромицетами грибов, характеризующиеся активным паразитированием патогенных грибов в живом организме.

Известно более 100 тысяч видов грибов, которые имеют 20 классов, подклассы, порядки, семейства, роды, виды, штаммы. Признанной классификации не существует.

Известны 3 группы микозов животных, вызываемых патогенными грибами, которые поражают различные ткани и органы.

**1 группа** – поверхностные микозы кожи и её производных (волосы, когти). Возбудители – дерматофиты из класса дейтермицеты, высшие, несовершенные грибы, широко распространенные в природе. Паразитируют на ороговевших субстратах, выделяя кератиназу, разлагающую кератин эпидермиса, волос, ногтей. К дерматофитам относят представителей трёх родов: *Trichophyton*, *Microsporum*, *Epidermophyton* (более 40 видов).

**2 группа** – глубокие микозы кожи, характеризуются поражением лимфатических узлов и сосудов, подкожной клетчатки с образованием язв, абсцессов и узелков. Возбудители эпизоотического лимфангита (бластомикоз, африканский сап) – *Histoplasma farciminosus* (син. *Cryptococcus farciminosus*).

**3 группа** – висцеральные микозы с локализацией (поражением) органов дыхания или других органов. Возбудители аспергиллёза принадлежат к высшим несовершенным грибам класса *Deuteromycetes*, род *Aspergillus*, относится к группе головчатых плесеней. Основные возбудители аспергиллёза: **A. fumigatus, A. flavus, A. niger**.

**Возбудители пенициллёза:** грибы рода *Penicillium*: *P. crustosum*, *P. glaucum*, *P. muscetomagenum* – характеризуются поражением кожи, слизистых оболочек органов.

**Возбудители мукормикоза** – грибы рода *Mucor*, *M. mucedo*, *M. racemosus*, *Rhizopus nigricans* – характеризуются развитием гранулематозного процесса, сходного с туберкулёзом, в лёгких, лимфатических узлах, реже в других органах.

**Возбудители кокцидиоидомикоза** (ревматизм пустыни, долинная лихорадка) – дрожжевидный почвенный гриб – *Coccidioides immitis* – характеризуется гранулематозным поражением лёгких, лимфатических узлов у крупного рогатого скота и собак. Птицы не болеют. Кокцидиоидомикоз человека относят к группе особо опасных микозов.

**Возбудители кандидамикоза** (кандидоза, молочницы) – ***Candida albicans, Candida tropicalis***, реже ***Candida krusei***, род ***Candida***, класс ***Deuteromycetes***. Поражает дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, молочные железы, мочеполовую систему и др. органы.

**Дерматофитозы** – заболевания кожи и её производных  
**ТРИХОФИТИЯ - СТРИГУЩИЙ ЛИШАЙ, ТРИХОФИТОЗ (TRICHOPHYTOSIS)** - инфекционная болезнь, характеризующаяся появлением на коже резко ограниченных, шелушащихся участков с обломанными у основания волосами, или развитием выраженного воспаления кожи, с выделением серозно-гнойного экссудата и образованием толстой корки.

Трихофития входит в группу дерматомикозов – грибковых заболеваний многих видов животных, проявляющихся поражением кожи и ее производных.

Восприимчивы с.-х. животные всех видов (чаще молодняк), пушные и хищные звери. Болеет и человек.

Возбудители трихофитии: у крупного рогатого скота, буйволов, зебр, оленей – *Trichophyton verrucosum* (син. *T. faviforme*), реже *T. mentagrophytes*;

у лошадей – *Trichophyton equi* и *T. mentagrophytes*; у овец и коз – *T. verrucosum* и *T. mentagrophytes*; у свиней – *T. mentagrophytes*; у верблюдов – *T. verrucosum*, *T. sarkisovi*; у собак и кошек – *T. mentagrophytes* (кошки редко болеют трихофитией); у пушных зверей и кроликов – *T. mentagrophytes*, реже *T. verrucosum*; у лабораторных животных – *T. mentagrophytes*; у птицы – *T. gallinae*, (возбудитель парши или фавуса, раньше эту болезнь называли "белый гребень").

**Инкубационный период** длится 5–30 суток.

**Источником возбудителя являются** больные и переболевшие животные.

**Факторами передачи** служат инфицированные корма, предметы ухода, подстилка.

**Пути передачи** – через поврежденную кожу.

**Культуральные и морфологические признаки дерматомикозов *Trichophyton verrucosum*** медленно растут на питательной среде (агар Сабура), колонии появляются на 30–40 сут., плотные, возвышающиеся над средой, кожистые, складчатые, серо-белого цвета, глубоко врастают в среду.

При микроскопировании методом "раздавленная капля" наблюдают септированный мицелий, цепочки артспор, отдельные хламидоспоры, микроконидии, иногда овальной, грушевидной и палочковидной формы.

Макроконидии состоят из 2–8 сегментов.

**Trichophyton mentagrophytes (T. gypsum)** появляются колонии через 3–4 дня, плоские, ровные, приподнятые в центре в виде маленького бугорка. Поверхность мучнистая.

Молодые культуры белые, с возрастом желтеют, могут вращаться в среду с многочисленными радиальными лучами. Обратная сторона колоний пигментирована: тёмно-красного, вишневого цвета.

При микроскопировании – видны гифы в виде спирали.

Вдоль гиф по боковым нитям мицелия множество микроконидий округлой формы, реже - крупные микроконидии веретенообразной формы с 3–8 перегородками.

**Trichophyton equinum** появляются на 6–9 день, на сусле-агаре - белые бархатистые колонии с выраженными радиальными бороздками. Обратная сторона желтая. При микроскопировании - мицелий ветвящийся, множество округлых или грушевидных микроконидий состоящий из 2–4-х сегментов. Хламидоспоры единичные или отсутствуют.

**Trichophyton gallinarum** – молодые колонии гладкие, бархатистые, белого цвета. Старые колонии складчатые, мучнистые, поверхность растрескивается. Колонии могут быть розового или малинового цвета.

При микроскопии - мицелий септированный. Множество микроконидий состоящих из 2–6-х сегментов. В старых культурах - хламидоспоры.

**Trichophyton sarkisovi** – на сусле-агаре – пушистые, ровные или кожистые, бугристые или складчатые колонии, вырастают в питательную среду. При микроскопировании – одиночные микроконидии овальной формы. Хламидоспоры единичные или цепочками.

**Устойчивость возбудителей рода Trichophyton.** Сохраняется в волосах, кожных соскобах до 4–7 лет, УФЛ убивает грибы за 30 мин. В воде нагретой до 90°C гриб гибнет за 7-10 минут, от сухого жара (60-62°C) – в течение 2 ч. Дезинфицирующие растворы: 3% раствор формальдегида и 5–8% раствор гидроокиси натрия убивает гриб за 20–30 мин.

**Патогенность.** Трихофитией болеют крупный рогатый скот, лошади, собаки, кошки, ослы, мулы, свиньи, овцы, лабораторные животные (морские свинки, кролики, мыши, крысы, куры).

**Диагностика и дифференциальная диагностика.** В лабораторию направляют волосы, корочки и чешуйки, отобранные с периферии пораженных участков кожи, не подвергающихся лечению помещенные в пробирках с пробками или упакованные в небольших целлофановых пакетах. Проводят микроскопию патологического материала, выделенные культуры возбудителя.

**Дифференцируют трихофитию от микроспории, фавуса.** При микроспории зуд отсутствует, кожа на пораженных участках гладкая, пятна имеют неправильную форму, волосы обламываются на некотором расстоянии от кожи. При люминесцентном исследовании волосы, пораженные грибом, дают ярко-зеленое свечение. При **трихофитии** пораженные волосы располагаются группами. Образующиеся на пораженных участках кожи корочки имеют характерный вид «блюдецек» или щитков с углублением в центре.

**Иммунитет.** После естественного переболевания трихофитозом у животных формируется напряженный длительный иммунитет, в редких случаях возможно повторное заболевание. Используют живые вакцины против трихофитии животных: ТФ-130, ЛТФ-130, ТФ-130 К – для крупного рогатого скота. СП-1 – для лошадей. «Ментавак» - для пушных зверей и кроликов. «Триховис» - для овец и др. Разработаны ассоциированные вакцины для домашних животных в состав которых входят антигены против трихофитии. Иммунитет у животных формируется к 30 дню после ревакцинации и сохраняется в зависимости от вида 3-10 лет. Профилактическая эффективность вакцинации составляет 95-100%, на месте введения вакцины через 1-2 недели образуется корочка, которая самопроизвольно отторгается к 15-20 дню. Иммунизация сопровождается повышением уровня специфических антител, увеличением числа Т-лимфоцитов и антигенреактивных лимфоцитов в крови.

Лечение. Местно применяют юглон, препарат РОСК, хлорид йода, фенотиазин, трихотецин.

**МИКРОСПОРИЯ** - инфекционное заболевание кожи и её производных, характеризуется появлением очагов поражения, воспалительным процессом, ломкостью и выпадением волос, иногда поражение ногтей.

**Культивирование** на специальных средах – агар Сабуро, сусло-агар, МПА, содержащий 2% раствор глюкозы, агар Чапека и др. Инкубируют посева при температуре 26–28°C в течение 20–30 суток и более. У выросших культур грибов изучают культуральные и морфологические свойства. Готовят препараты "раздавленная капля" и микроскопируют в тёмном поле микроскопа.

**Microsporum canus** (син. *M. lanosum*) рост появляются в течение 2–4 дней. Первичные колонии плоские, сероватого или коричневого цвета с паутинистым растущим краем. Обратная сторона - желтоватого цвета. При пересевах культура приобретает устойчивую белую окраску. При микроскопировании мицелий ветвящийся, разной ширины, иногда с ракеткообразными гифами. Много макроконидий, веретенообразной формы с 5–12 перегородками. Микроконидии округлой или овальной формы.

**Microsporum equinum** колонии появляются на 6–8 день на сусло-агаре, складчатые, покрытые серовато-белым мицелием, глубоко врастают в питательную среду. У отдельных штаммов кожистые колонии желтоватого или коричневого цвета без воздушного мицелия. На поверхности колоний много очерченных радиальных борозд, сходящихся в центре. У старых колоний имеется углубление. При микроскопировании – мицелий ветвящийся, септированный, с возрастом утолщается. В старых культурах множество хламидоспор. Иногда обнаруживаются многоклеточные макроконидии с 5–7 перегородками, редко микроконидии.

**Microsporum gypseum** при культивировании на сусло-агаре формирует плоские, ровные, слегка желтоватые порошистые колонии, иногда белого цвета. При микроскопировании – мицелий ветвящийся с утолщениями. Множество макроконидий с закруглёнными концами и 3–6 перегородками. Обнаруживают хламидоспоры и много микроконидий. Дифференцируют грибы рода *Microsporum* от *Trichophyton* и по характеру спор в поражённом волосе.

**Род Microsporum** образуют мелкие споры (3–5 мкм), беспорядочно располагаются у основания волоса (иногда образуя чехлы) или на его поверхности. Споры резко преломляют свет и плотно прилегают друг к другу. Искривление мицелия и распад его на споры обуславливают характерное для микроспории мозаичное расположение спор. В чешуйках обнаруживается ветвящийся мицелий.

**Устойчивость возбудителей рода Microsporum.** В роговых массах, волосах, вегетативные клетки сохраняется до 4–7 лет, а споры до 12 лет. При температуре 60–62°C гибнут за 2 ч, при 100°C – за 15–20 мин. Щелочной раствор формальдегида в соотношении 1:2, горячий раствор 10% сернокарбонной смеси при двукратном нанесении вызывают гибель грибов в течение 1 ч.

**Патогенность.** Микроспорией болеют лошади, собаки, кошки, лабораторные животные (морские свинки), также человек. Токсичными свойствами обладает только одна стадия гриба – склероции.

**Для дифференциации грибов** рода *Trichophyton* и *Microsporum* у кошек и собак используют люминесцентный метод.

Исследуемый материал рассматривают под ультрафиолетовыми лучами ртутно-кварцевой лампы типа ПРК-2 или ПРК-4 с фильтром Вуда на расстоянии 20 см, в затемнённой комнате. Поражённые микроспорией волосы дают яркое зелёное свечение, а споры трихофитона не светятся.

**Иммунитет** изучен недостаточно, переболевшие животные устойчивы к повторному заражению.

**Биопрепараты.** Вакцина **МИКОЛАМ** - против трихофитии и микроспории плотоядных животных, нутрий и кроликов. **Поливак-ТМ** - инактивированная вакцина против дерматофитозов собак, включает 8 видов и разновидностей грибов родов *Trichophyton* и *Microsporum*. Вакцина **ВАКДЕРМ** - против дерматофитозов животных для профилактики трихофитии и микроспории собак, кошек, пушных зверей и кроликов.

**ЭПИЗОТИЧЕСКИЙ ЛИМФАНГИТ (БЛАСТОМИКОЗ, АФРИКАНСКИЙ САП) – LYMPHANGITIS EPIZOOTICA** - инфекционная, хронически протекающая болезнь однокопытных, характеризующаяся воспалением лимфатических сосудов кожи, подкожной клетчатки, с образованием гнойных фокусов и язв.

В отличие от дерматомикозов поражены более глубокие слои кожи.

**Возбудитель** – *Histoplasma farciminosus* - несовершенный гриб.

**Восприимчивы** непарнокопытные животные старше 6 месяцев (лошади, мулы, ослы). Могут болеть и крупный рогатый скот, верблюды.

**Источником возбудителя** инфекции являются больные животные.

**Инкубационный период** длится от 1–3 месяцев.

**Пути передачи** возбудителя являются предметы ухода, инвентарь.

**Патологоанатомические изменения.** Кожа утолщена по ходу «кожных шнуров» (воспаление лимфатических сосудов), залегают различной величины гнойники и язвы. При поражении слизистых оболочек на их поверхности обнаруживают твердые узлы и язвы. При генерализованной форме болезни очаги поражения могут быть в легких, печени, почках, селезенке и других органах и тканях.

**Устойчивость.** В почве и навозе сохраняются 2–2,5 месяцев. В сухих гнойных корочках, находящихся в относительно стерильных условиях – 5 лет.

**Дезинфицирующие растворы:** раствор хлорной извести с содержанием 1% активного хлора убивает криптококков через 2 мин., 3% р-р креолина – 5 мин., 3% р-р едкого натра – через 25 минут.

**Диагностика и дифференциальная диагностика.** В лабораторию направляют содержимое абсцессов, гнойный экссудат язв. Микробиологические исследования сводятся к микроскопическому исследованию гноя из абсцессов или язв. Его рассматривают в раздавленной капле, либо в высушенном мазке на предметном стекле. Чаще микроскопируют неокрашенный препарат или красят по Граму или Романовскому-Гимзе. Благодаря окраске гранулы в цитоплазме хорошо различимы. Для растворения клеточных элементов гноя применяют 30% раствор едкого натра. Обычно этого исследования достаточно для постановки диагноза. В сомнительных случаях применяют аллергическую пробу, иногда опсонофагоцитарную реакцию и РСК. Возбудителя эпизоотического лимфангита относят к дрожжеподобным грибам. В патологическом материале обнаруживают криптококки – клетки яйцевидной или лимоннообразной формы с четко выраженной двухконтурной оболочкой. Клетки заострены на одном или обоих концах. Размеры криптококков 3–5 мкм. в длину и 2–2,5 мкм. в ширину. В гное находят по 2–3 криптококка, соединённых своими полюсами, а иногда соединённых в цепочки. Часть криптококков можно найти в лейкоцитах (нейтрофилах и макрофагах). Центральная часть криптококков представляет собой гомогенное полужидкое вещество, содержащее одно или 2–4 блестящих зёрнышка, которые находятся в беспрерывном движении.

**Выделение и идентификация возбудителя.** В сомнительных случаях делают посев на питательные среды МППА, глюкозно-глицериновый МПА с 2–2,5% углеводов, агар Сабу-ро при температуре 25–30°C. Через 10–12 дней появляются колонии, сначала немного, затем заметно возвышающиеся над поверхностью среды. Колонии складчатые, сухие, сначала кремового, затем коричневого цвета. В мазках из культуры дрожжевые клетки не обнаруживают. Вне живого организма гриб развивается в мицелиальной форме. Мицелий

септированный, ветвящийся, многоклеточный. Для идентификации возбудителя лимфангита ставят РСК с сапным антигеном. Для аллергической диагностики лимфангита используют гистоплазмин (Королёвой) – фильтрат 3–4 мес. культуры криптококка. Эпизоотический лимфангит необходимо дифференцировать от сапа. Дифференциальную диагностику проводят методом глазной пробы с маллеином и методом подкожной пробы с гистоплазмином. При эпизоотическом лимфангите узлы и другие кожные поражения, характерные для сапа язвы с изъеденными краями и саловидным дном не образуются.

**Иммунитет.** Переболевшие лошади приобретают пожизненный иммунитет. Средства специфической профилактики не разработаны.

**Лечение, профилактика и меры борьбы.** Проводят экстирпацию пораженных участков кожи, подкожной клетчатки, лимфатических узлов и сосудов (язвы выжигают), внутривенно вводят раствор новарсенола, солянокислого акрифлавина, применяют отгон едкого лютика, АСД, антибиотики, моносефт, сульфантрал, йодид калия, скипидар и др.

**Санитарная оценка продуктов убоя животных.** Больных животных убивать на мясо запрещается. При установлении болезни у животных на конвейере тушу со всеми органами и шкурой уничтожают. Для дезинфекции применяют осветленный раствор хлорной извести с 5% активного хлора, 10%-ный горячий (70–80°C) раствор едкого натра; 5% раствор формальдегида.

**КОКЦИДИОМИКОЗ (РЕВМАТИЗМ ПУСТЫНИ, ДОЛИННАЯ ЛИХОРАДКА) -** хроническое заболевание животных и человека. Характеризуется гранулематозным поражением лимфатических узлов, иногда лёгких у крупного рогатого скота и собак.

**Восприимчивы** крупный рогатый скот, лошади, ослы, овцы, свиньи, грызуны. Птицы не болеют. У человека заболевание протекает тяжело.

**Возбудитель** – дрожжевидный почвенный гриб *Coccidioides immitis*.

**Культивирование.** Выращивают на кровяном агаре, глюкозном агаре Сабуро, среде Литмана. В жидких средах развивается медленно, на дне пробирки образуется осадок в виде нежного пушистого комочка.

Морфология мицелия и спор (в жидких средах). Мицелий имеет вид тонких, слегка ветвистых, редко септированных нитей. Позже мицелий разрастается, становится хорошо выраженным, ветвистым, по ходу мицелия образуются крупные хламидоспоры. На плотных средах растёт при температуре 25–27°C. Колонии беловато-мучнистые, складчатые по краям, в центре колонии имеются углубления. Морфология мицелия и спор (на плотных средах) Мицелий септированный, имеются микроконидии, хламидоспоры и цепочки прямоугольных артроспор. На плотных средах при температуре 35–37°C колонии редко бывают пушистыми, мучнистость отсутствует. Морфология мицелия и спор (на плотных средах, при 35–37°C) Преобладают цепочки дрожжеподобных клеток и короткие сегменты мицелия (дрожжевая форма). На агаре Литмана образует белые, с возрастом рыжеющие колонии, рыхлый воздушный мицелий. При споруляции на мицелии появляется мучнистый налёт. Морфология мицелия и спор – дрожжевидные споры.

**Лабораторная диагностика** основана на микологических и серологических исследованиях.

**Патологическим материалом** для исследования служит гной, кровь, содержимое очагов поражения и кусочки пораженных органов.

**Микологические исследования.** Обнаружение возбудителя в патологическом материале проводят при помощи световой микроскопии и методом биопробы. Выделение чистой культуры осуществляют посевами на питательные среды. Идентифицируют возбудителя по культурно – морфологическим и патогенным свойствам. Из патологического материала готовят препараты "раздавленная капля". Перед микроскопией, во избежание заражения, материал заливают 10% раствором формалина на 10–15 мин. В положительных случаях обнаруживают в материале сферулы мицелия.

Сферулы – образования правильной круглой формы с двухконтурной оболочкой и с многочисленными эндоспорами, протоплазма зернистая. Диаметр сферулы от 20 мкм до 120 мкм. Эндоспоры мелкие. Прорастание сферул мицелия можно видеть в патологическом материале. На предметное стекло наносят несколько капель смеси с физическим раствором, накрывают покровным стеклом и для предотвращения высыхания заклеивают по краям парафином. Отсутствие сферул в препаратах при микроскопии не даёт оснований отрицать, что возбудитель кокцидиоидомикоза отсутствует.

**Выделение возбудителя и идентификация.** Из патологического материала делают посев, предварительно обработав питательные среды антибиотиками в течение 30–60 минут для подавления бактериального роста. Применяют пенициллин (20 ЕД/мл среды) и стрептомицин (40 ЕД/мл среды). Посев делают на агаре Литмана, Сабуро, сусло-агаре. Для получения дрожжевидной формы высевают на кровяной агар, печёночный агар с глюкозой, мартеновский бульон. Инкубируют при температуре 25–27°C и при 35–37°C.

**Биопроба.** Заражают мышей, морских свинок, кроликов, собак, куриные эмбрионы. При в/в введении культуры гриба развиваются абсцессы во внутренних органах. Гибель животного наступает через 20–30 дней. При интратрахеальном заражении - поражения в лёгких и трахеобронхиальных лимфоузлах. При в/брюшинном заражении через 7–10 дней септический процесс распространяется по брюшине с поражением внутренних органов. Двух-трёхдневные куриные эмбрионы гибнут через 3-6 дней после заражения.

**Серология.** Для серологической диагностики ставят РА с антигеном из убитой культуры, РСК с кокцидиоидином, РП с полисахаридным антигеном.

**Устойчивость.** Сухие споры гриба быстро гибнут при температуре 50°C.

При 10% относительной влажности и температуре 37°C споры гибнут через 2 мес., при 50% - через 2 нед. В физическом растворе при температуре 4°C споры сохраняются в течение 6 мес., при 20-25°C – 3 мес. В насыщенном растворе поваренной соли 4°C споры сохраняются в течение 6 мес., в дистиллированной воде – 11 мес.

**Дезинфицирующие растворы:** раствор хлорамина (2,5-10%), фенол (2,5-5%), формалина (1-10%), раствор Люголя и спирт обладают наиболее выраженными фунгицидными свойствами.

**ИММУНИТЕТ.** Не изучен. Средства специфической профилактики не разработаны.

## Лекция 6

### ВЕТЕРИНАРНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ МИКОТОКСИКОЗОВ.

План лекции

- 1 Борьба с токсичными грибами во внешней среде
- 2 Правильная уборка урожая и хранение кормов
- 3 Консервирование и обеззараживание кормов

Микотоксикозы известны давно и часто вызывают заболевание животных, нередко заканчивающееся смертью. Специфической терапии пока не разработано. В медицинской и ветеринарной практике отсутствуют антитоксические сыворотки и другие средства целевого назначения.

**Борьба с токсичными грибами во внешней среде.** Для борьбы с токсичными грибами во внешней среде необходимо проведение мероприятий, предупреждающих возможность поражения ими растений и кормов. В первую очередь это относится к грибам, поражающим растения по время вегетации (спорынья).

Предупреждение поражения растений токсичными грибами в поле требует комплексного подхода и включает возделывание устойчивых и акклиматизированных сортов,

обработку семян и посевов фунгицидами, севооборот и соответствующую агротехнику.

Афлатоксины могут накапливаться в кукурузе при наливе зерна в условиях засухи. Изменение времени посева, культивирование гибридов, адаптированных к засухе, позволяет избежать неблагоприятных воздействий внешней среды, обуславливающих накопление афлатоксинов. Этому же способствуют выбор оптимальной густоты посева и применение азотных удобрений. С целью предупреждения поражения растений грибами необходимо проводить сенокошение до цветения. Главным образом это относится к злаковым культурам.

Большое значение имеет выбор времени уборки урожая. Ранняя уборка высоковлажного зерна обеспечивает рост токсичных микромицетов и накопление микотоксинов. Однако и перестой поле ведет к ухудшению качества зерна и повышает опасность накопления микотоксинов, в частности зеарелена.

Перед посевом зерно просматривают, отбирают пораженные зерна, склероции спорыньи и уничтожают их. Посевное зерно в период хранения протравливают с целью уничтожения грибов, развившихся на поверхности зерна. Чем чаще будет просматриваться хранящееся зерно, тем меньше вероятности его поражения грибами.

Эффективными методами профилактики поражения растений грибами является также лушение стерни с последующей зяблевой вспашкой, при которой запахиваются растительные остатки, соринки с развитыми грибами. В то же время вспашка приводит к тому, что склероции спорыньи прорастают, не выходя на поверхность почвы, и погибают.

Профилактике клавицепстоксикоза способствуют также правильная агротехника, обеспечивающая проведение посевной кампании в сжатые сроки, регулярная обработка почвы, внесение минеральных удобрений и др.

С целью профилактики эрготизма и клавицепстоксикоза животных осуществляют тщательный учет пастбищ и отмечают участки, на которых наблюдается сильное поражение злаковых трав грибами *Cl. purpurea* и *Cl. paspali*, активно внедряют загонный метод выпаса. На пастбищах, где на его наблюдается поражение растений спорыньей, сенокос обязательно проводят до цветения. Нельзя выпасать животных до старой перезимовавшей или молодой траке, поврежденной заморозками, так как она часто бывает поражена грибами, в основном из рода *Fusarium*.

**Правильная уборка урожая и хранение кормов.** Важнейшее условие профилактики микотоксикозов — организация правильного хранения зерна и ироду клоп его переработки (отрубей, комбикорма), грубых (соломы, сена), сочных кормов (силоса и др.). Необходимо обеспечить сохранность качества и снизить потери сухого вещества хранящихся кормов. Это достигается сведением к минимуму процессов жизнедеятельности самого зерна или продуктов его переработки, органических примесей, микроорганизмов, насекомых и клещей.

Отрицательное влияние на качество грубого корма оказывает волок его по земле с пылью, в которой содержится много спор грибов. Оседая на корма, споры при благоприятных условиях прорастают и поражают корма. Не рекомендуется хранить солому и сено на земле, так как от плохого проветривания происходит их самосогревание, способствуя развитию грибов. Особенно повышается опасность разлития микотоксикозов, в частности фузариотоксикоза, если сношенные хлеба оставляют перезимовывать под снегом. Часто это наблюдается в хозяйствах, где уборку хлебов ведут раздельным способом. Скошив хлеба их не всегда успевают вовремя убрать. В скошенном виде намокшие злаки плохо проветриваются, вследствие чего значительно возрастает опасность поражения токсичными грибами.

Важное значение имеет и способ заготовки сена, которое предназначается для длительного хранения с последующим использованием в корм животным. Роли его убирают по время дождя, то оно иногда быстро подвергается самосогреванию и затем порче. Наиболее интенсивно происходит поражение сена и соломы, имеющих влажность 17- 20% и выше. Если в хозяйстве отсутствуют подходящие условия для просушивания подмокшего

сена и соломы, их лучше засилосовать. Солому и сено требуется всегда хранить о сухом, хорошо проветриваемом помещении, не допуская подтекания воды. Если при разборке сена обнаружены перепревшие пласты с характерным медовым запахом, их обязательно удаляют и уничтожают.

Значительная роль в распространении грибов принадлежит воздушным течениям. Пораженные грибами остатки грубых кормов возле токовищ, мест сенных складов служат местами накопления грибов и дальнейшего их распространения на свежезаготовленные корма, поэтому понятна необходимость периодической уборки таких мест и поддержания их в чистоте.

Особое внимание необходимо уделять правильной уборке и хранению зерна. Для предупреждения поражения его убирают сухим и хранят в хорошо вентилируемых хранищах. Правильное хранение зерна не только профилактирует поражение токсичными грибами, но и способствует сохранению витаминов. В зависимости от климатических условий изменяются основные мероприятия по сохранению зерна. В зонах с холодным и влажным климатом главной проблемой является просушивание убранных зерен. Зерно необходимо хранить при следующих режимах: в сухом состоянии - с влажностью и пределах критической, в охлажденном состоянии при температурах, оказывающих тормозящее действие на жизненные функции компонентов зерновой массы, без доступа воздуха или в модифицированных газовых средах и в атмосфере инертных газов. При любом режиме хранения для повышения стойкости зерна следует проводить его очистку, сушку (тепловую, воздушную, солнечную), активное вентилирование, предупредительные и истребительные меры борьбы с насекомыми.

Кроме того, можно осуществлять обработку зерна специальными химическими консервантами и радиационную стерилизацию.

Хранение влажного зерна при пониженных температурах следует рассматривать как временную меру, так как она не блокирует полностью развитие токсичных микроорганизмов. В дальнейшем такое зерно необходимо просушить. Хранение сухого зерна при пониженных температурах исключает развитие грибов и накопление микотоксинов.

Модифицированные газовые среды с повышенным содержанием  $\text{CO}_2$  (до 40—90%) или атмосфера инертных газов используется для кратковременного хранения с целью предупреждения накопления микотоксинов в кормах. Обычно этот способ применяют при автоперевозках семенного зерна и фруктов.

Важное условие повышения сохранности зерна — доведение партии до однородного состояния по влажности, примесям и другим показателям. Механически травмированное зерно активнее поражается микромицетами. С целью удаления поврежденных зерен используют методы сепарирования, пневмосепарирования. Фракционирование по размеру служит дополнительным методом повышения сохранности зерна. В мелких же фракциях зерна афлатоксины накапливаются активнее, чем в крупных зернах.

Просушивание влажного зерна осуществляют как можно быстрее после уборки во избежание развития токсичных грибов и другой микрофлоры. Так в США рекомендуют просушивать кукурузу не позднее 24 ч после уборки. Тепловое просушивание не только предупреждает развитие грибов, но и способствует разрушению некоторых микотоксинов. Так, цитринин и рубратоксин разрушаются при нагреве свыше  $65^\circ\text{C}$ .

Активное вентилирование позволяет избежать термовлагодиффузии и конденсации влаги. Однако активное вентилирование, не обеспечивающее удаление из зерна излишков биологического тепла и своевременного подсушивания или охлаждения, может активизировать рост грибов и синтез микотоксинов.

Для дезинсекции применяют также радиационную обработку зерна, которая вначале разрабатывалась как метод контроля численности насекомых. Нормы радиационной обработки, рекомендуемые Международной продовольственной организацией и Всемирной организацией здравоохранения, составляют 15—100 крад. При более высоких дозах гибнут грибы, но одновременно убивается зерно, которое приобретает посторонний запах

и вкус. Наряду с этим высокие дозы радиации стимулируют синтез микотоксинов.

**Консервирование и обеззараживание кормов.** Повышенная влажность отрицательно сказывается на хранении сена, соломы, зерна, так как происходит их самосогревание, что способствует активному развитию различных грибов и бактерий. Для предотвращения процесса самосогревания и развития грибов влажные корма подвергают консервации различными химическими средствами.

Широкое распространение в последние годы получил метод консервирования зерна карболовыми кислотами. В различных странах на основе пропионовой кислоты разработаны препараты, представляющие собой смеси низкомолекулярных карбоновых кислот: пропкорн (Англия), сентри, ортогрейн (СТИД), и др. Консервируют обычно фуражное зерно влажностью 16—66%, что сохраняет его первоначальные качества до 12 месяцев и более. Применение консервантов исключает необходимость в просушивании зерна.

Дозы консервантов колеблются в пределах 0,5—2,5% по отношению к массе зерна. Следует отметить, что пропионовая кислота обладает не только антимикробным и фунгицидным, но также и инсектицидным действием. В концентрации 0,5% к массе зерна она подавляет жизнедеятельность насекомых и клещей, а при концентрации 1% уничтожает их. Широкое применение пропионовой кислоты для консервирования кормов объясняется ее безвредностью для животных и человека. По данным ВОЗ, с 1978 г. официально разрешено ее использование в качестве консерванта пищевых продуктов.

В последние годы во многих странах широкое распространение получил метод консервации с использованием пониженных температур. Это может быть, осуществлено с помощью специальных установок активного вентилирования, предназначенных для нагнетания холодного атмосферного воздуха в массу зерна или семян. Системы активного вентилирования просты, однако для получения должного эффекта необходимо строго соблюдать режимы вентилирования, учитывающие продолжительность и обеспечение вентилируемой массы достаточным количеством воздуха.

В настоящее время также широко применяют для консервирования зерна установки искусственного холода. Так, в ФРГ ежегодно консервируют охлаждением свыше 2 млн. т зерновых культур. В Японии для сохранности шелушенного риса используют герметичные склады, в которых применяют холодильные установки, обеспечивающие круглогодичную пониженную температуру в зернохранилище в пределах 12—15 °С. Для охлаждения зерна эксплуатируют передвижные и стационарные машины с воздушным и водяным охлаждением. Производительность таких установок составляет до 120—150 т в сутки при снижении температуры зерна на 20°С. При непринятии своевременных мер по правильной заготовке, хранению и консервации кормов в них активно развиваются грибы, в том числе и токсичные, что приводит к накоплению в кормах микотоксинов. В таких случаях необходимо проводить детоксикацию кормов с последующим использованием их в рационе животных.

**Обработка кормов бисульфитом натрия.** Зерно кукурузы, содержащее vomitоксин (69 мг/кг), обрабатывают бисульфитом натрия. Обработка зерна 8,33%-ным раствором бисульфита натрия с последующим автоклавированием в течение 1 ч при температуре 121°С на 95% снижает содержание vomитоксина в кормах.

**Обработка кормов газообразным аммиаком при высокой температуре.** Солому режут, увлажняют водой, загружают в парформалиновую камеру и прогревают в течение 7 ч при температуре 95—100°С. Затем через шланг в камеру подают в течение 10 мин газообразный аммиак, прогревают в течение 4 ч, выгружают из камеры и охлаждают. Подача газообразного аммиака проводится из расчета 0,5 кг газообразного аммиака на 1 ц грубого корма.

Обработка 20%-ной аммиачной водой соломы в дозе 125 л на 1 т приводит к детоксикации стахиботриотоксинов на 12—14 е сутки. При плюсовых температурах данный процесс происходит быстрее—на 7-е сутки. Гибель культуры гриба *St. alternans* наступает на 5-е сутки.

Обработка зерна аммиаком. Применение аммиака в количестве 2% от массы зерна позволяет предупредить накопление афлатоксиков во влажном зерне в течение полу года. Такое зерно несмотря на запах, можно скармливать животным. Иногда аммиак применяют в смеси с фосфином (100 мг/л).

Обработка озоном. Солому, пораженную грибом *St. alternans*, с целью обезвреживания токсина обрабатывают озоном тез расчета 1 г/м<sup>3</sup> в течение 4 ч. Озон подают по трубопроводу с помощью озонаторов ОВ-1, ЛГО-15 и «Озон». Для лучшей обработки солому перед озонированием накрывают полиэтиленовой пленкой.