

---

# ГЕНЕТИКА ГРИБОВ



# ПЛАН ЛЕКЦИИ

---

- Характеристика грибного генома.
- Грибной геном и его изменчивость.
- Популяционная и эволюционная генетика грибов.
- Прикладные вопросы генетики грибов.



# Ядерный статус грибов

---

- Царство грибов характеризуется разнообразием жизненных циклов и вариантов ядерного статуса.
  - Признаки, определяющие ядерный статус грибов:
    - **число ядер в клетке** ( одно — **монокарион** ; два — **дикарион**; много — **мультикарион**);
    - **состав ядер** (генетически однородный — **гомокарион**, разнородный — **гетерокарион**);
    - **плоидность** ( $1n$  — **гаплоиды**;  $2n$  — **диплоиды**;  $>2n$  — **полиплоиды**);
    - **состав хромосом** (**гомозиготы**; **гетерозиготы**).
- 



# генома

- Геном грибов, как и у всех эукариот, состоит из ядерных и митохондриальных ДНК-содержащих структур (к элементам, отвечающим за наследственность относят также плазмиды и вирусы).
- По размеру и строению ядерного генома настоящие грибы занимают как бы промежуточное положение между прокариотами и остальными эукариотами.
- В среднем размер генома грибов на 2 порядка меньше, чем у высших растений. Число хромосом колеблется от 2 до 28, у большинства видов — от 10 до 12.
- Размер хромосом у грибов также значительно меньше, чем у других эукариот (например, у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* имеется 15 хромосом, но каждая из них примерно в 5 раз меньше, чем «хромосома» бактерии *Escherichia coli* и всего в 4 раза превышает размер ДНК бактериофагов группы T).



# Характеристика генома

- Характерной особенностью, обнаруженной у некоторых видов грибов, является наличие мелких, так называемых В-хромосом (рус.).
- В отличие от «нормальных» хромосом, число их непостоянно и может быть различным у штаммов одного и того же вида.
- Наличие В-хромосом не обязательно для обеспечения жизнедеятельности клетки, но они выполняют функцию адаптации к внешним условиям. Например, у фитопатогенных видов эти хромосомы контролируют факторы вирулентности и штаммы, лишённые их, способны только к сапротрофному питанию.



# Характеристика генома

- Промежуточное положение между бактериями и высшими эукариотами грибы занимают и по структуре ядерного генома.
- Для эукариот характерно наличие множества повторяющихся последовательностей ДНК, на долю которых приходится 10—50 и более процентов от всего генома, что, отчасти, и обуславливает большой размер эукариотического генома.
- У бактерий повторяющиеся последовательности почти отсутствуют, а у грибов составляют обычно 10—15 % генома.
- Известны лишь единичные исключения, например, зигомицет *Phycomyces blackesleeanus*, у которого геном состоит на 45 % из повторяющихся последовательностей.



# Структура грибных генов

---

- Структура грибных генов аналогична таковой у других эукариот — гены состоят из **ЭКЗОНОВ** и **ИНТРОНОВ**.
- Интроны однако у грибов отличаются меньшими размерами. Средняя длина их составляет 85 н. п., а размах значений длины — от 36 до 250 н. п.
- Благодаря такой структуре генома и самих генов, у грибов большой процент ДНК участвует в кодировании белков.



# Характеристика митохондриального генома


- Митохондриальный геном грибов представлен кольцевыми молекулами мтДНК, размер которых варьирует от ~20 000 н. п. до более, чем 100 000 н. п.
- Эта ДНК содержит как некодирующие участки, так и гены, кодирующие рибосомные и транспортные рибонуклеиновые кислоты, а также такие ферменты, как цитохромоксидазы, АТФазы, являющиеся необходимыми компонентами дыхательной цепи.
- Организмом с хорошо изученным митохондриальным геномом являются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. У них имеется 20—70 молекул мтДНК, упакованных в один или несколько нуклеоидов, что составляет 5—30 % от всего генома.
- Мутации в митохондриальных генах часто оказываются летальными или приводят к снижению скорости роста, дыхательной активности грибов.



# Плазмиды грибов

- Плазмиды у эукариот наиболее характерны для царства грибов. Предполагают, что наличие их связано со спецификой физиологии и среды обитания грибов и даёт им преимущества в прорастании и распространении.
- Грибные плазмиды могут находится в ядре, митохондриях или в цитоплазме и представляют собой линейные или кольцевые молекулы ДНК.
- Большинство плазмид принадлежат митохондриям и обычно их наличие не проявляется в фенотипе, однако известны плазмиды, связанные с патогенностью штаммов, так называемые **killer-плазмиды**, и плазмиды, вызывающие старение колонии.
- Killer-плазмиды отвечают за синтез определённых токсинов и одновременно за устойчивость к этим токсинам, то есть клетки, имеющие такие плазмиды убивают клетки, не имеющие их.

# Плазмиды грибов

- Плазмиды грибов разделяют на три класса в зависимости от структуры молекулы и наличия гомологии с мтДНК:
    - **линейные**, не имеющие гомологичных последовательностей с митохондриальным геномом;
    - **циклические, не имеющие гомологий с мтДНК** — могут вызывать синдром старения;
    - **циклические, имеющие гомологии с мтДНК** — вызывают синдром старения.
  - Плазмиды могут передаваться через анастомозы мицелия и через конидии, также могут являться не видоспецифичными, что делает их идеальными для использования в качестве векторов переноса в генетической инженерии.
- 
- 

# Онтогенез у грибов

- У грибов сложный цикл индивидуального развития (онтогенез), в процессе которого они проходят четыре морфологические и ядерные стадии.
- Жизненный цикл грибов следует рассматривать как развитие организма от прорастания споры, через образование гиф, различных форм репродуктивных органов, до образования спор.
- К морфогенетическим стадиям в цикле развития следует отнести: 1) прорастание споры; 2) образование вегетативных гиф; 3) образование бесполох анаморфных спороношений; 4) формирование половых спороношений.
- Иногда цикл ограничивается формированием бесполого спороношения. Эта стадия называется **анаморфой**. Цикл развития может включать только половую стадию – **телеоморфу**. Половую и бесполоую стадии, представленные одновременно, принято называть **голоморфой**.

# Онтогенез у грибов

- В жизненном цикле грибов может быть ряд следующих друг за другом бесполовых спороношений (анаморф), которые в итоге сменяются половым спороношением (например, у ржавчинных грибов, некоторых оомицетов, несовершенных грибов). Наличие разнообразных по морфологии типов спороношений, т. е. морфогенетических стадий, у одного вида гриба носит название **плеоморфизма**.
- Бесполое и половое спороношения у разных грибов имеют очень разнообразное строение. Каждой морфогенетической стадии развития гриба соответствует ядерная фаза, характеризующаяся определенным набором хромосом в ядре. На соответствующих морфогенетических стадиях развития организм содержит либо одинарный (гаплоидный), либо двойной (диплоидный) набор хромосом