

# **Грибы рода *Fusarium* и их роль в фитопатологии сельскохозяйственных культур**

**Докладчик:**

Гайсин Н. О.

студент 3 курса кафедры  
микологии и альгологии

биологического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова

**Научный руководитель:**

Александрова А. В.

вед. н. с., д.б.н.

## **Цель работы:**

Обобщить информацию о наиболее актуальных с точки зрения сельского хозяйства видах грибов рода *Fusarium*.

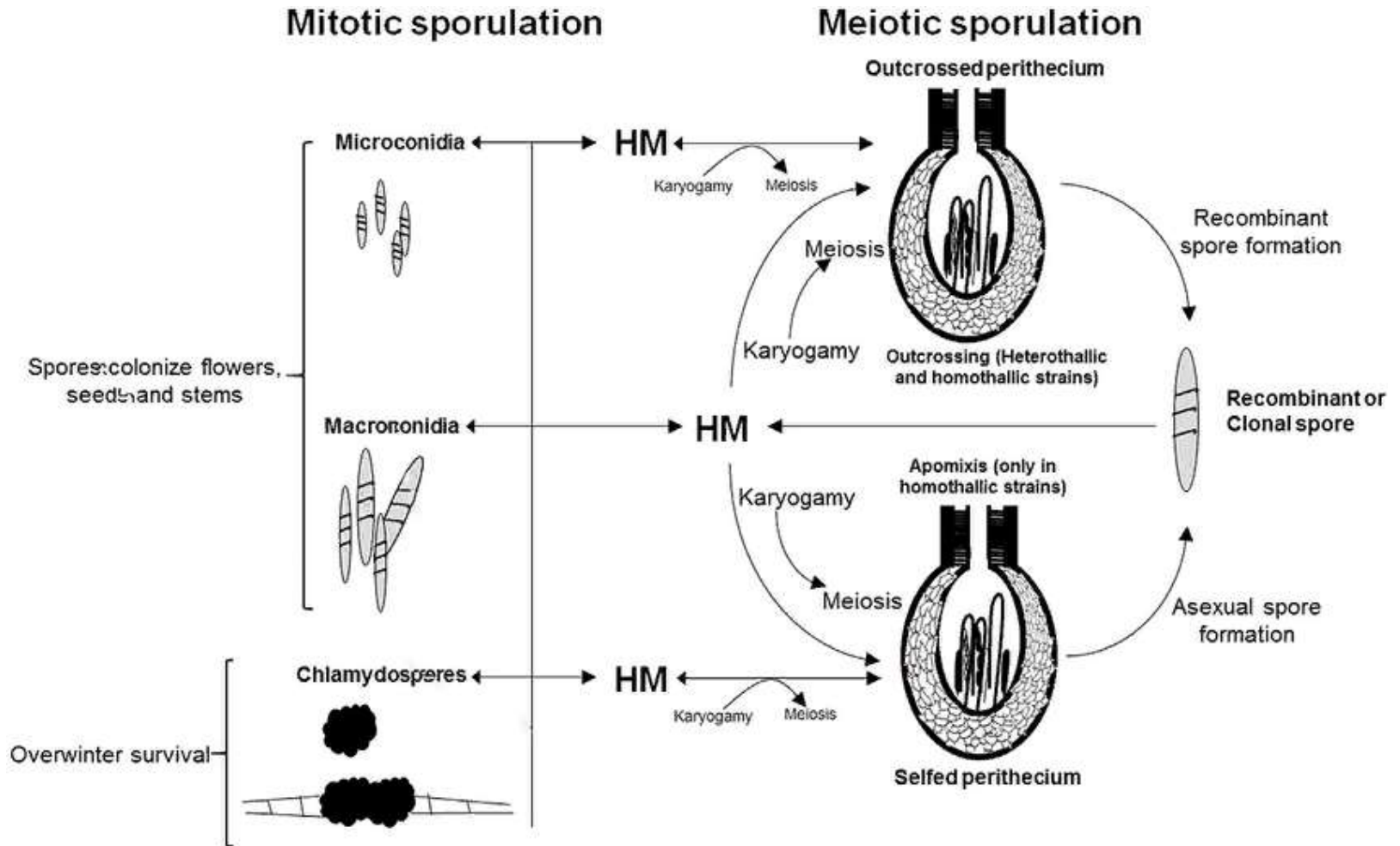
## **Задачи работы:**

- Рассмотреть историю исследований рода *Fusarium*.
- Проанализировать современные публикации по этой теме и выделить наиболее значимых для сельского хозяйства представителей данной таксономической группы.
- Ознакомиться с современными методами (определение хемотипа, анализ ДНК-маркёров) таксономии.
- Выяснить условия появления и распространения возбудителей фузариозов.
- Ознакомиться с мерами профилактики и борьбы против фузариозов.

# Род *Fusarium*: общие сведения

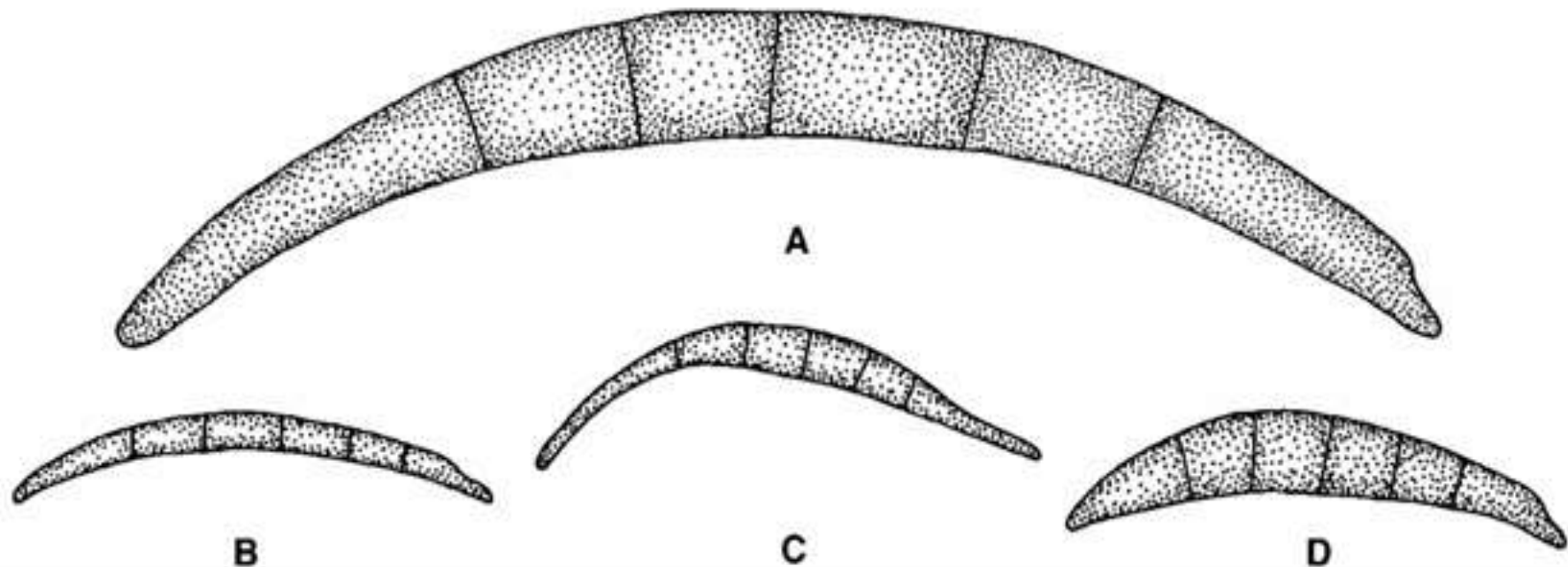
- Данный таксон принадлежит к типу *Ascomycota*, классу *Sordariomycetes*, порядку *Hypocreales* и семейству *Nectriaceae*.
- В ранних публикациях на основании морфологических признаков телеоморфные стадии грибов рода *Fusarium* относили к нескольким отдельным родам (*Gibberella*, *Nectriella*, *Micronectriella*, *Calonectria*, *Hypomyces*), поэтому в рамках данной работы также возникает необходимость частично рассмотреть некоторые из них.
- Оценки численности таксона значительным образом варьируют у разных исследователей. Так, например Snyder, Hansen (1940) выделяли всего лишь 9 видов. В более поздних публикациях назывались цифры от 30 до 70 представителей.
- Согласно [speciesfungorum.org](https://speciesfungorum.org) (январь 2020), в данный момент род *Fusarium* содержит 301 вид.
- Многие представители этой систематической группы имеют важное прикладное значение для сельского хозяйства, т.к. являются фитопатогенами.

# Род *Fusarium*: жизненный цикл



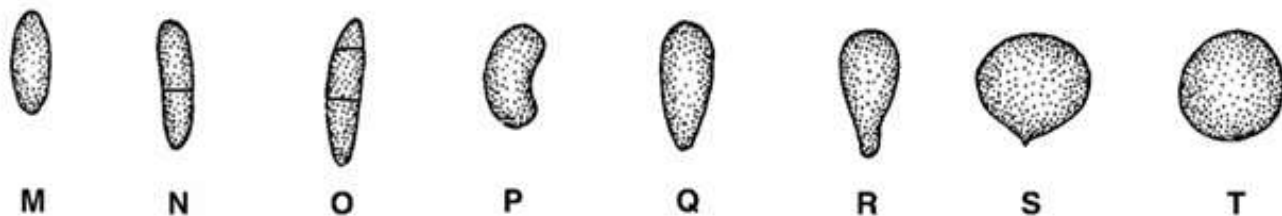
(Dweba и др., 2016)

# Род *Fusarium*: морфология макроконидий

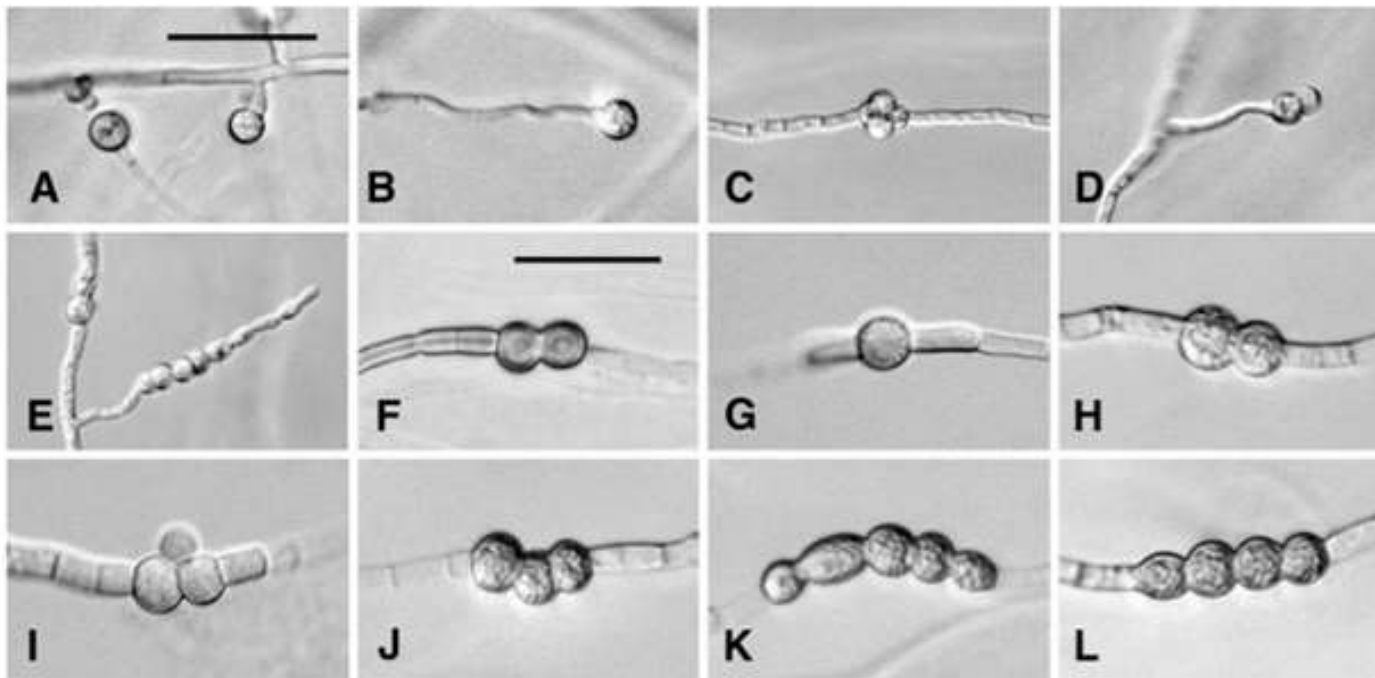


**Макроконидии.** А – Типичное строение макроконидии (с левой стороны рисунка показана апикальная клетка, с правой – базальная клетка); В – слабоизогнутая макроконидия; С – дорзовентрально изогнутая макроконидия; D – макроконидия, у которой дорсальная изогнутость больше вентральной. (Leslie, Summerell, 2006)

# Род *Fusarium*: морфология микроконидий и хламидоспор



**Микроконидии.** М – О – эллипсоидальные; Р – почковидная; Q – яйцевидная; R – грушевидная; S – каплевидная; Т – сферическая (Leslie, Summerell, 2006)



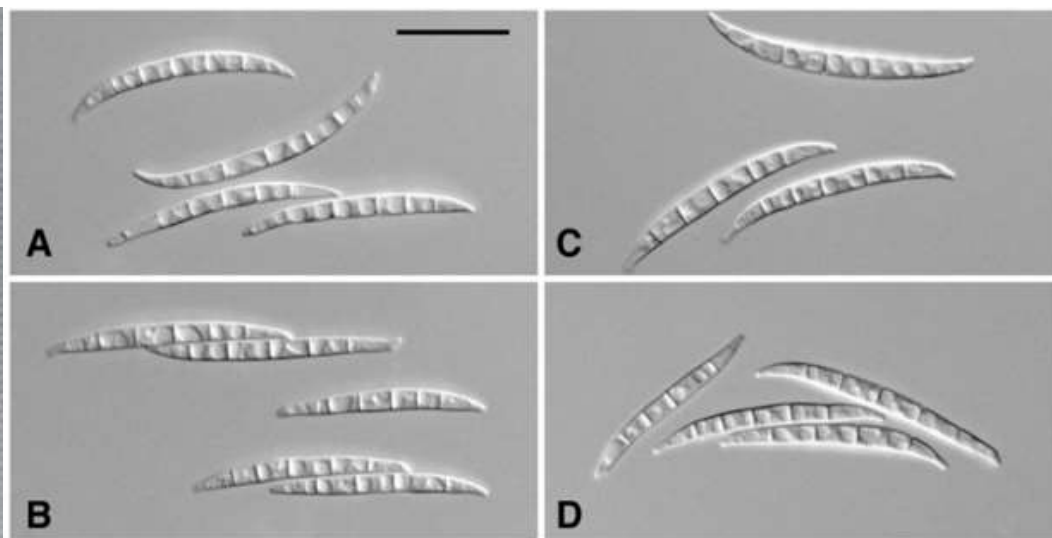
**Хламидоспоры.** А, В, G – одиночные; F, H – собранные попарно; C, D, I – собранные в небольшие скопления; E, J, K, L – собранные в цепочки (Leslie, Summerell, 2006)

# *Fusarium graminearum* Schwabe

## Телеоморфная стадия – *Gibberella zeae* Schwein (Petch)



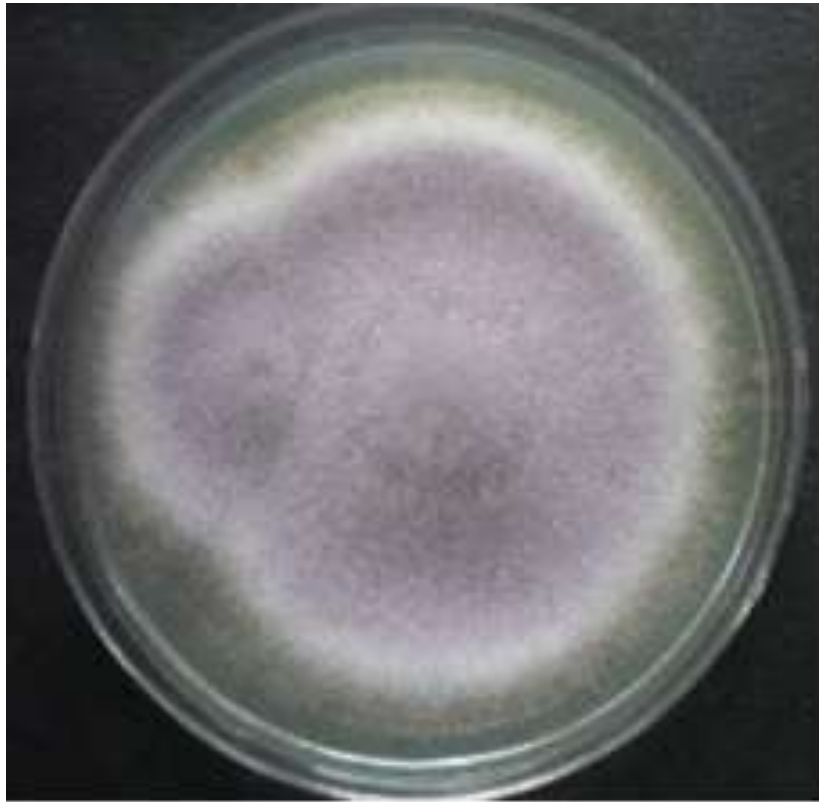
Мицелий на PDA (Tonti и др. 2010)



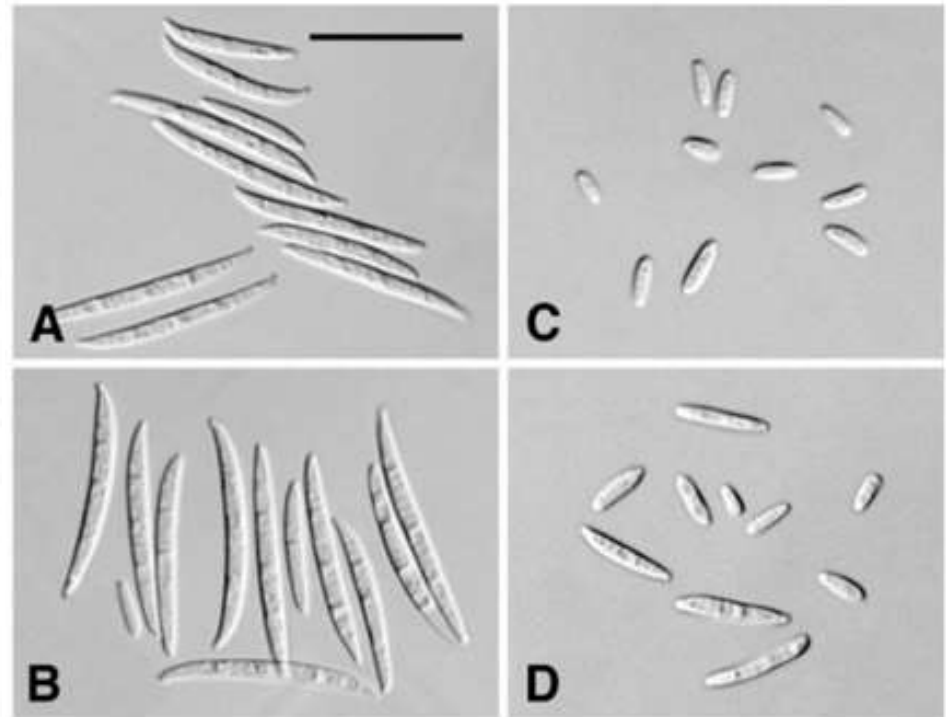
Макроконидии (длина масштабной линии 25 нм).

# *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl

## Телеоморфная стадия – не установлена



Мицелий на PDA (Janaki, 2017)



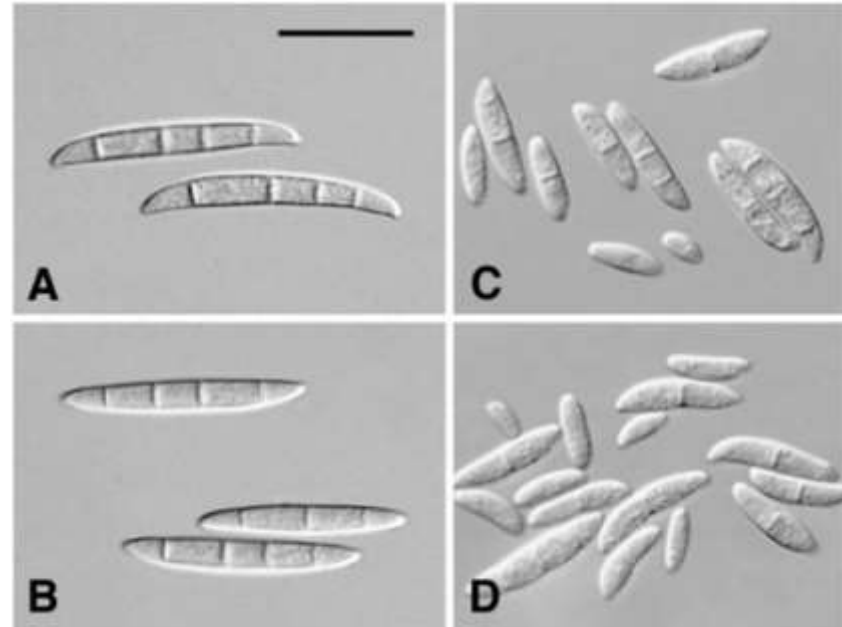
Макро- и микроконидии (длина масштабной линии 25 нм). А, В – макроконидии, С, D – микроконидии (Leslie, Summerell, 2006).



***Neocosmospora solani* (Mart.) L. Lombard  
et Crous (= *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.)  
Телеоморфная стадия – *Haematococcus  
haematocossa* (Berkeley et Broome)  
Samuels et Nirenberg**



Мицелий на PDA (Hur и др. 2013)



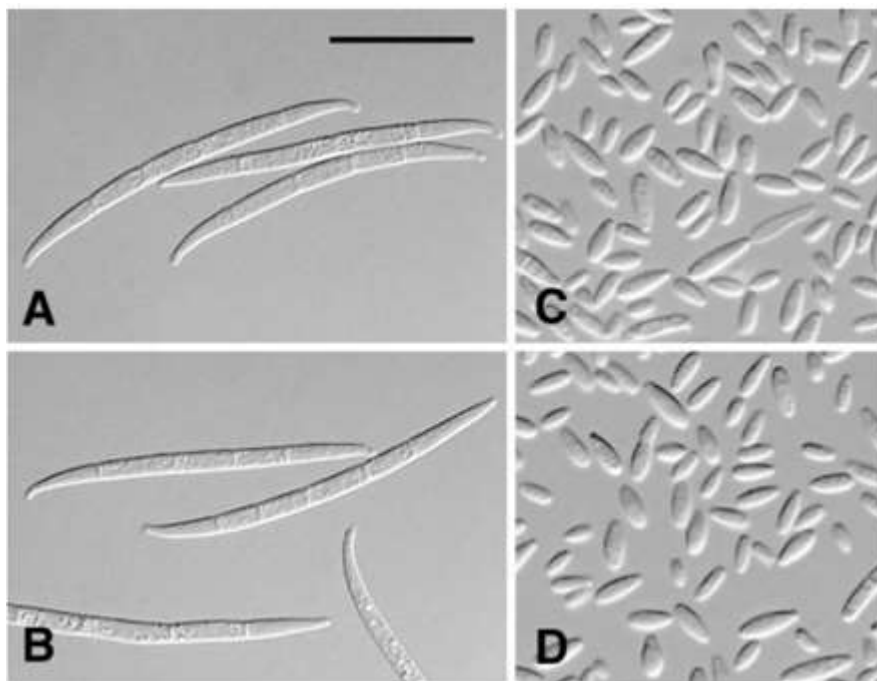
Макро- и микроконидии (длина масштабной линии 50 нм). А, В – макроконидии, С, D – микроконидии (Leslie, Summerell, 2006)

# *Fusarium fujikuroi* Nirenberg

## Телеоморфная стадия – *Gibberella fujikuroi* (Sawada) S. Ito



Мицелий на PDA (Chuen, Ngadin 2015)



Макро- и микроконидии (длина масштабной линии 50 нм). А, В – макроконидии, С, D – микроконидии (Leslie, Summerell, 2006)

# Современные методы идентификации представителей рода *Fusarium*

- Анализ ДНК-маркёров на данный момент является самым точным способом установления таксономической принадлежности неизвестных образцов. Для осуществления этой цели наиболее удобными являются хорошо исследованные локусы *terf1 $\alpha$*  – фактора элонгации трансляции 1 альфа,  *$\beta$ -tub* – бета-тубулина, *lys2* – аминокислот-редуктазы, *CYP51C* – стерол-14-деметилазы, РНО – фосфатпермеазы, IGS – межгенных спейсеров рибосомальной ДНК, а также генов, кодирующие некоторые фузариотоксины.
- Хемотипирование. Метод основан на уникальности набора фузариотоксинов у каждого вида и подвида, который может быть выявлен путём химического анализа.

# Фузариозы: пути распространения и условия заражения

- Во время анаморфной стадии происходит образование макро- и микроконидий, а также хламидоспор с последующим вегетативным размножением при помощи этих структур. В зимний период гифы грибов сохраняются в семенах и на органических остатках растительного происхождения. Весной хламидоспоры, частицы мицелия и конидии распространяются под действием силы ветра, течения воды и благодаря перемещению животных в пространстве. После попадания на благоприятный субстрат они прорастают и дают начало новому мицелию.
- Для того чтобы заражение растений-хозяев проходило максимально успешно, вышеперечисленные структуры должны также находиться в оптимальных условиях абиотических (температура, влажность), биотических (необходимый организм-хозяин) и антропогенных факторов (отсутствие агротехнических приёмов, предотвращающих распространение гриба, а также наличие в почве необходимого для растения-хозяина азотных и фосфорных удобрений). Зона оптимума по большинству абиотических факторов индивидуальна для каждого вида.

# Краткая фитопатологическая характеристика наиболее значимых ВИДОВ

***Fusarium graminearum* Schwabe:** комплекс видов, поражающий злаковые сельскохозяйственные культуры, в первую очередь – пшеницу и кукурузу. Присутствующие в их пыльцевых зернах холин и бетаин значительным образом стимулируют заражение всего растения. Оптимальная температура для начала развития заболевания составляет 20 – 30°C при условии её воздействия в течение 48 – 60 часов. Наибольшее количество макроконидий образуется при тех же температурных условиях во влажную погоду. Аналогичные абиотические факторы необходимы и в весенний период для образования максимального количества аскоспор в перитециях.

***Fusarium oxysporum* Schlechtendahl:** комплекс видов, внутри которого выделяют 120 специфичных по отношению к растению-хозяину подвигов, для каждого из них набор оптимальных условий будет индивидуальным. Жизнеспособность хламидоспор *Fusarium oxysporum* сохраняется в течение 3-4 лет в лабораторных условиях, и, скорее всего, при низких температуре и влажности почвы в природе она имеет ту же продолжительность.

# Краткая фитопатологическая характеристика наиболее значимых ВИДОВ

***Neocosmospora solani* (Mart.) L. Lombard et Crous (= *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.)**: комплекс видов, паразитирующий на самых разнообразных в систематическом и экологическом плане цветковых растениях. Зона его температурного оптимума расположена между 20 и 30° С. Для роста мицелия была показана необходимость кислого субстрата, рН которого составляет 4,5. Влияние влажности изучено слабо.

***Fusarium fujikuroi* Nirenberg**: комплекс видов, поражающий в основном кукурузу. Оптимальными условиями для него являются температура в диапазоне от 15 до 28° С, а также средняя или высокая влажность. Эфирные масла некоторых растений способны существенным образом ингибировать рост мицелия.

# Выводы

- Род *Fusarium* микологи активно исследовали на протяжении двух веков и продолжают активно собирать сведения о нём в наши дни.
- Наиболее распространёнными и значимыми для сельского хозяйства являются комплексные виды: *Fusarium graminearum* Schwabe, *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl, *Neocosmospora solani* (Mart.) L. Lombard et Crous (= *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.), *Fusarium fujikuroi* Nirenberg (= *Gibberella fujikuroi*).
- Современные методы идентификации (анализ ДНК-маркёров, определение хемотипов) позволяют получать максимально точные сведения о таксономической принадлежности представителей рода *Fusarium*.
- Для максимально успешного заражения растений макро-, микроконидии и хламидоспоры должны находиться в оптимальных условиях абиотических, биотических и антропогенных факторов
- В деле профилактики и лечения фузариозов полезными являются как общие методы, применяемые против большинства паразитических грибов, так и направленные, использующиеся исключительно для предотвращения распространения представителей рода *Fusarium*.

# Благодарности

Автор работы выражает благодарности:

своему научному руководителю  
Александровой Алине Витальевне, ведущему  
научному сотруднику, доктору биологических  
наук

рецензенту Благовещенской Екатерине  
Юрьевне, старшему научному сотруднику,  
кандидату биологических наук



# Список использованных в презентации источников

1. Chuen N. L., Ngadin A. A. Potential of Trichoderma spp. as Biological Control Agents Against Bakanae Pathogen (*Fusarium fujikuroi*) in Rice // Asian Journal of Plant Pathology. – 2015. – V. 9. – №2 – P. 46-58
2. Dweba C., Shimellis H., Sydenham S., Tsilo T. J. Figlan S., Motaung T. E., Mwadzigeni L. *Fusarium* head blight of wheat: Pathogenesis and control strategies // Crop protection. – 2017. – V. 91. – P. 227-242.
3. Hur. J-S., Jeon C. S., Son K. I. Koh Y. J., Kim G. H., Yoon J-H. *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* // The plant pathology journal. – 2013. – V. 29. – №4
4. Janaki T. Biocontrol of *Fusarium oxysporum* in unsterilized soil by novel *Streptomyces cacaoi* subsp *cacaoi*. – 2017. – №9.
5. Leslie J. F., Summerell B. A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Ames: Blackwell Publishing Professional. – 2006. – 388 p.
6. Tonti S., Prodi A., Pancaldi D., Salomoni D. Survey of the main causal agents of *Fusarium* head blight of durum wheat around Bologna, northern Italy // Phytopathologia Mediterranea. – 2010. – V. 49. – №2 – P. 258-266.