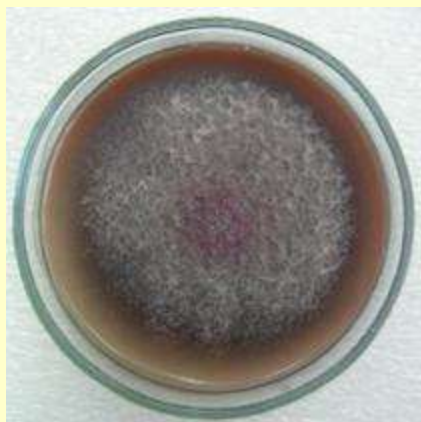


СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТАКСОНОМИИ РОДА *FUSARIUM*



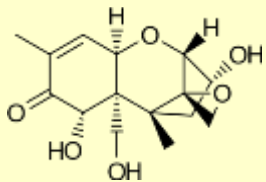
**Гагкаева
Татьяна Юрьевна**

Ведущий научный сотрудник, кбн, доцент

Лаборатория микологии и
фитопатологии проф. А.А. Ячевского
ФГБНУ Всероссийский институт защиты
растений (ВИЗР)
Санкт-Петербург, Пушкин

Звенигород-Биостанция МГУ
3.08.2017

Значение грибов рода *Fusarium*



Genus	Google: поиск июль 2017
<i>Candida</i>	40 800 000
<i>Saccharomyces</i>	8 120 000
<i>Aspergillus</i>	7 020 000
<i>Fusarium</i>	4 190 000
<i>Penicillium</i>	3 000 000
<i>Phytophthora</i>	1 980 000
<i>Alternaria</i>	1 660 000
<i>Verticillium</i>	879 000
<i>Ustilago</i>	579 000
<i>Magnoportha</i>	410 000

Грибы рода *Fusarium*



F. graminearum



F. culmorum



F. avenaceum



F. sporotrichioides



F. poae



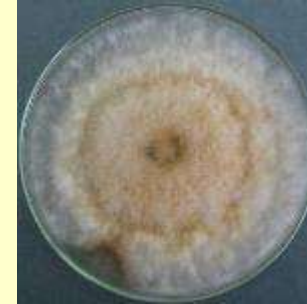
F. cerealis



F. tricinctum



F. langsethiae



F. equiseti



F. semitectum



F. torulosum



F. solani



F. oxysporum



F. proliferatum

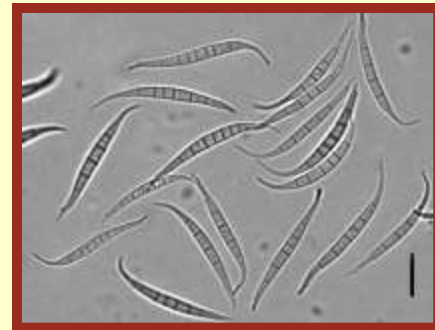


F. verticillioides

Род *Fusarium* впервые получил таксономический статус в **1809** году благодаря немецкому ученому **Н. F. Link**, объединившему все грибы имеющие серповидную форму конидий в один род.

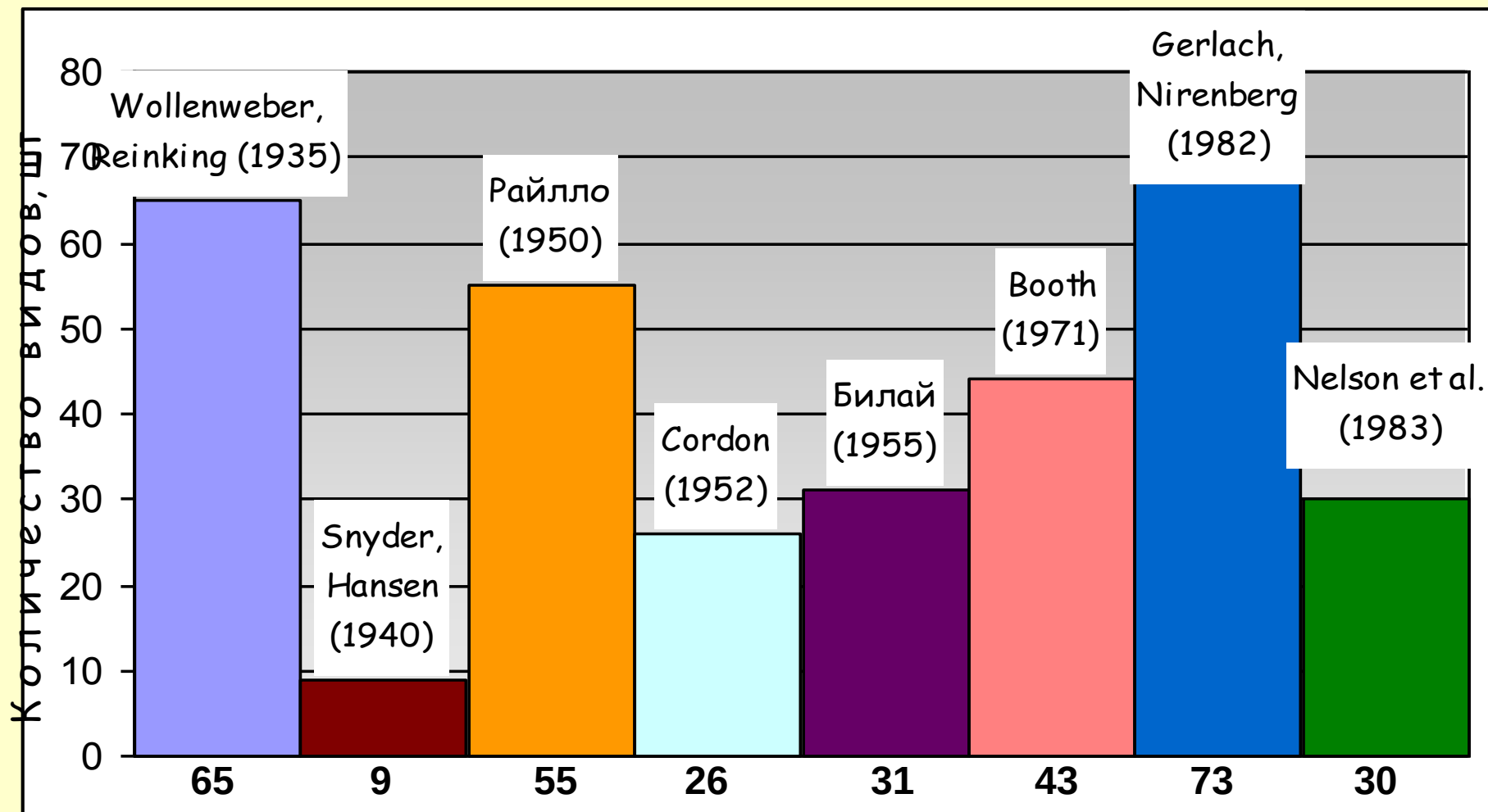


Link Heinrich Friedrich (1767-1850)
Немецкий натуралист и ботаник



Таксономические системы рода *Fusarium*, основанные на морфологической концепции вида

Вся история таксономии рода *Fusarium* связана с попытками исследователей оценить существующее разнообразие морфологических признаков грибов, выявить амплитуды их изменчивости и отобрать характеристики, имеющие таксономическую значимость для групп различных уровней.



Все существующие таксономические системы рода *Fusarium* **группируют виды в секции** на основании сходства морфологических признаков.

Основные морфологические признаки грибов рода *Fusarium*

Микроморфологические признаки

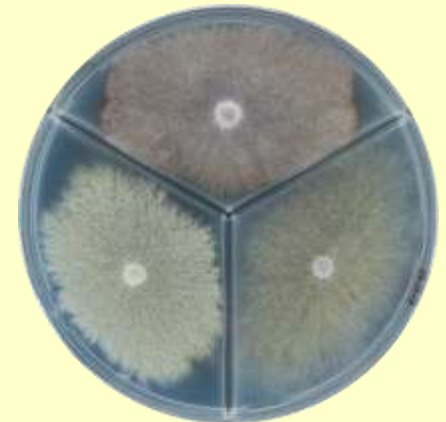
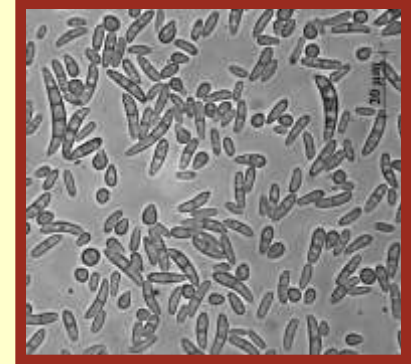
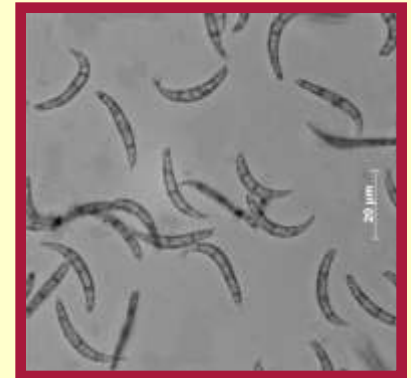
- Макроконидии (наличие, форма, размеры апикальной и базальной клеток)
- Микроконидии (наличие, форма, способ образования)
- Конидиогенные структуры
- Хламидоспоры

Макроморфологические признаки

- Скорость роста колонии
- Окраска мицелия и его структура
- Пигментация

Проблема:

Значительная изменчивость морфологических признаков в отсутствие прерывистости значений.

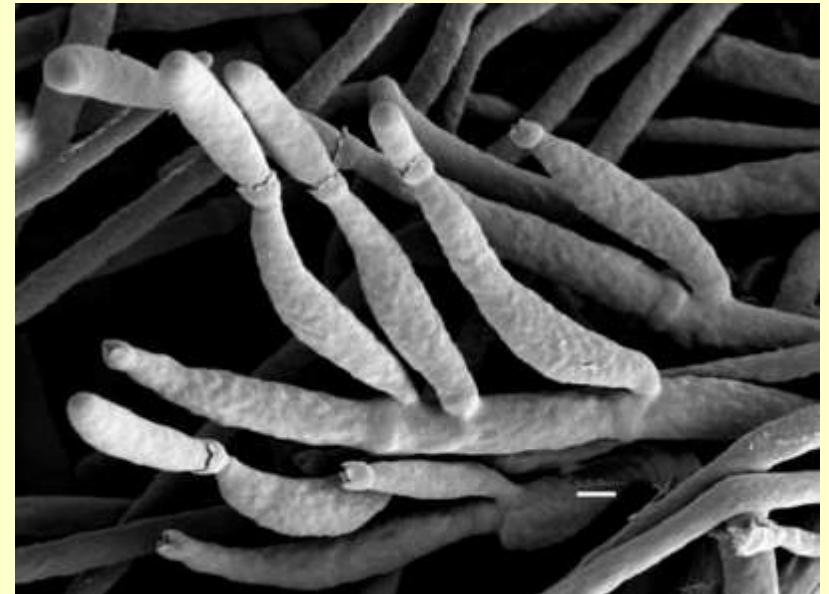
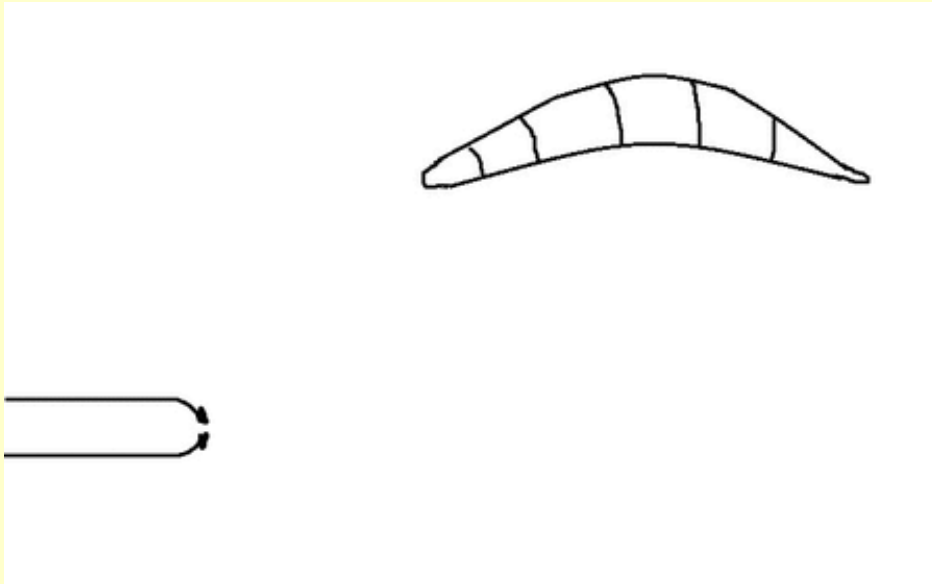


Основные морфологические признаки грибов рода *Fusarium*

Анаморфная стадия

Конидия(фиалоспора)

спора грибов, образующаяся на вершине конидиеносца. Освобождение споры осуществляется через разрыв наружной оболочки.



Макроконидии

Размер:

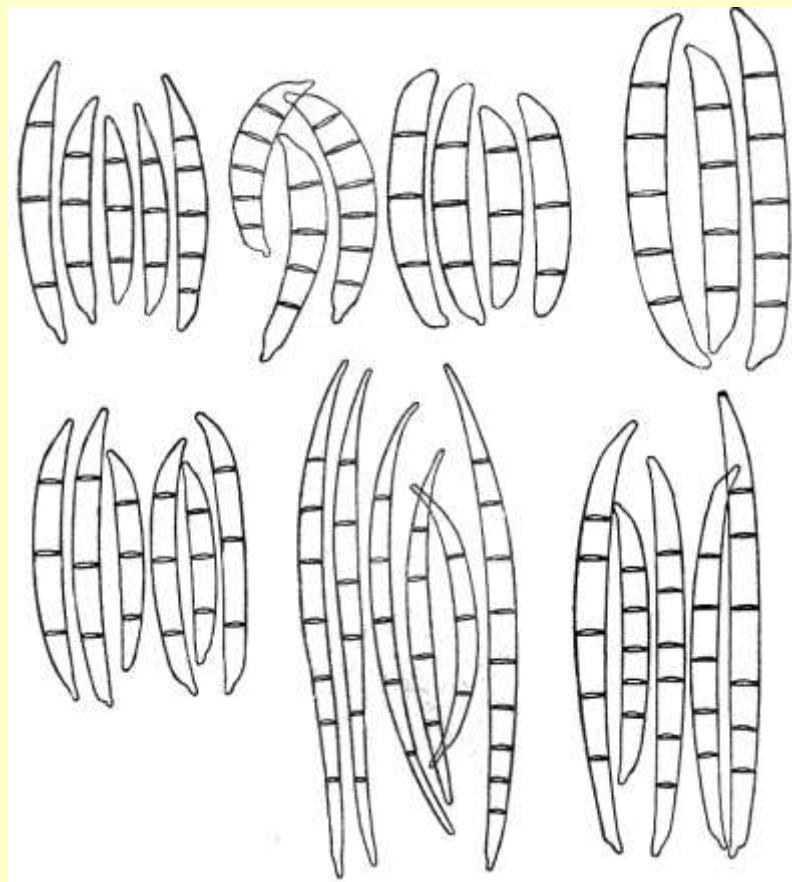
Длина и ширина

Форма:

Компактные или элегантно
удлиненные

Степень изогнутости

Апикальная и базальная клетки

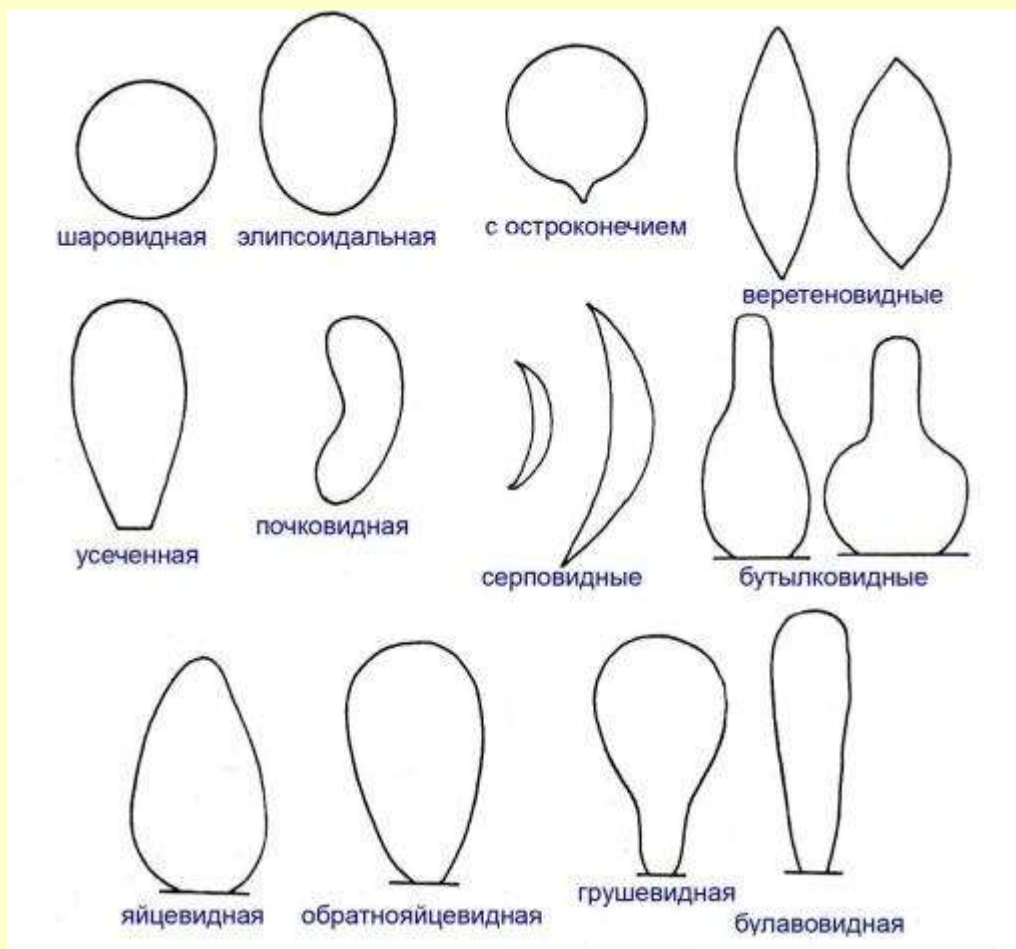
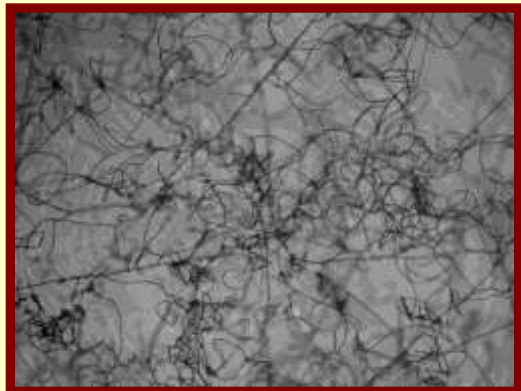
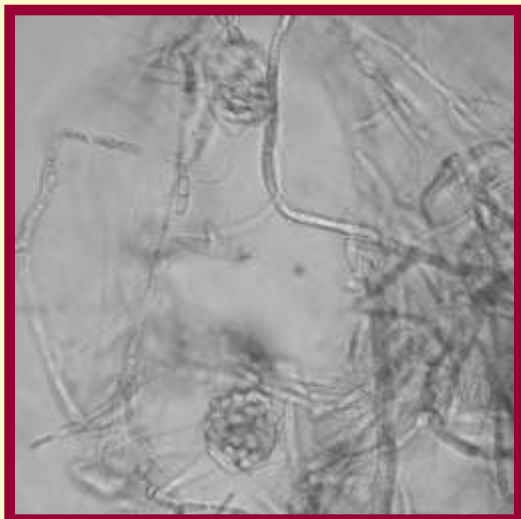


Микроконидии

Форма и размер

Количество перегородок (0-3)

Способ формирования- фальшивые головки и/или цепочки



Строение органов конидиального спороношения

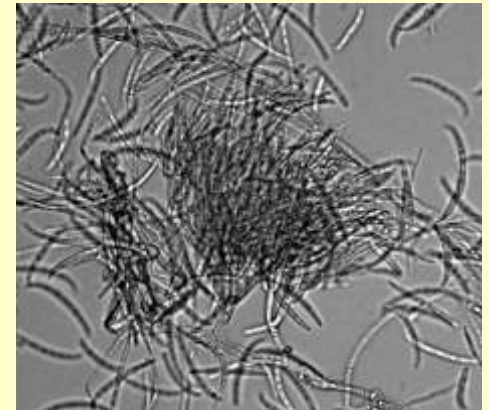
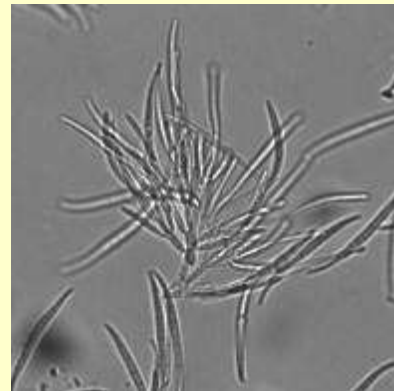
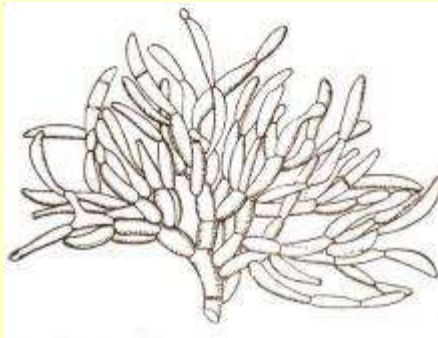
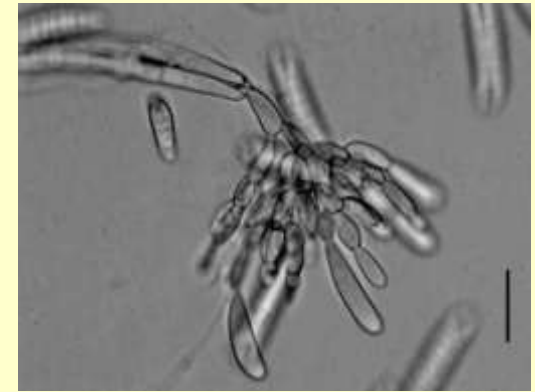
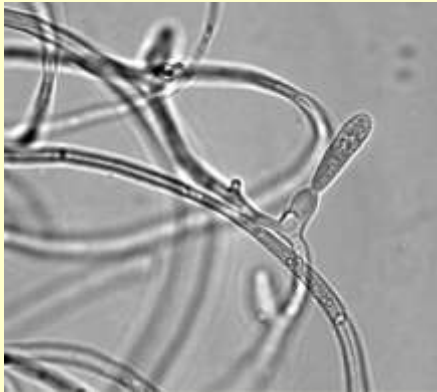
Конидиеносцы:

- простые или разветвленные
- первичные или вторичные

Конидиогенные клетки:

- Монофиалиды - имеют один конидиогенный локус
- Полифиалиды - имеют два и более конидиогенных локуса

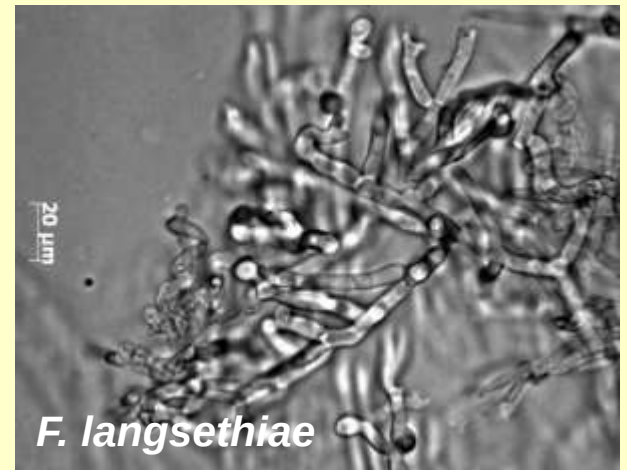
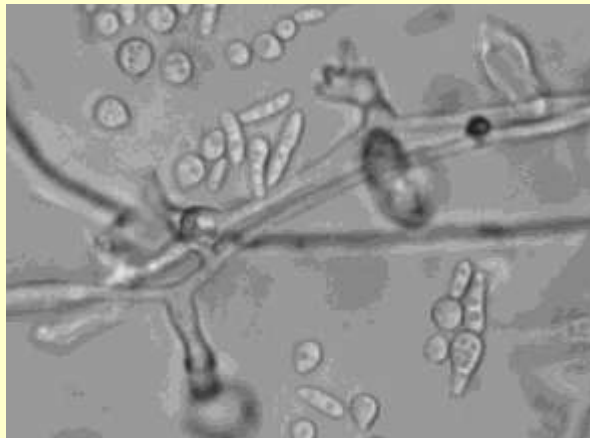
Монофиалиды



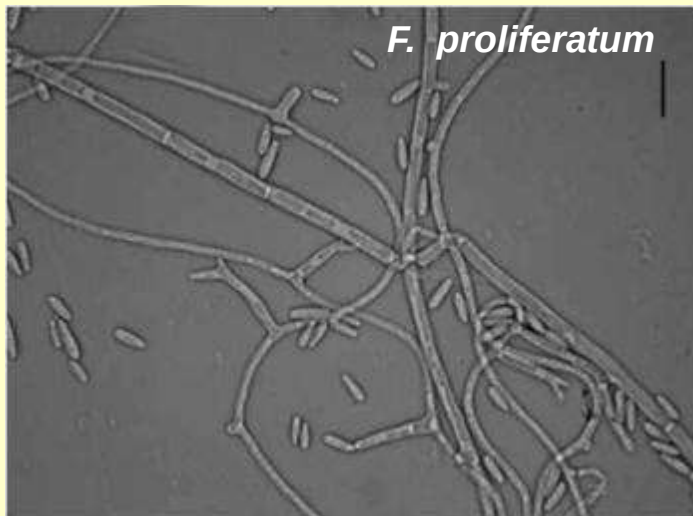
Полифиалиды



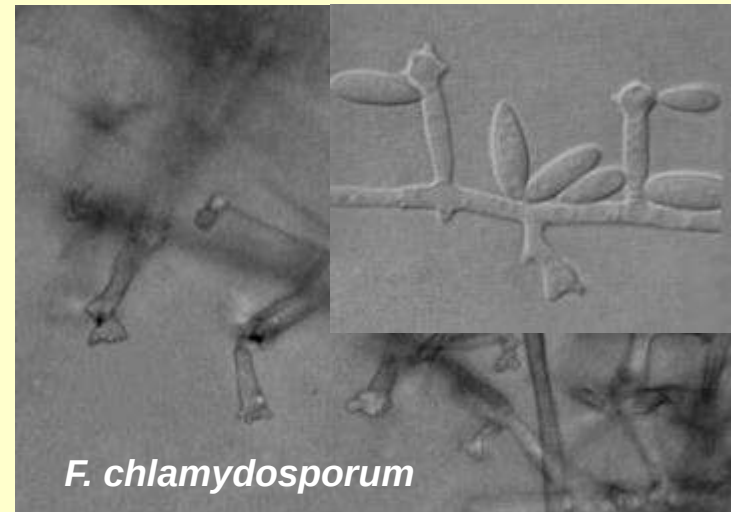
F. sporotrichioides



F. langsethiae



F. proliferatum



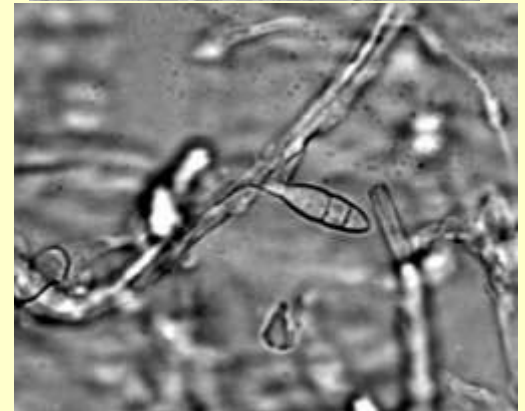
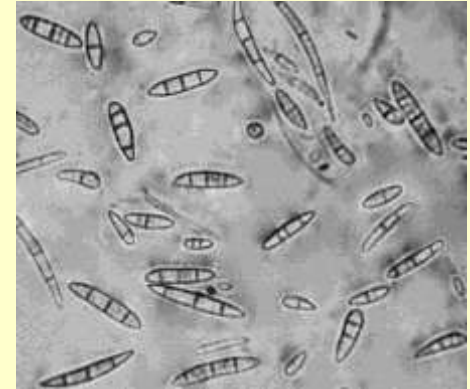
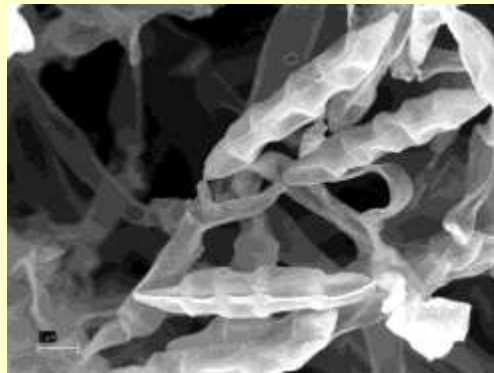
F. chlamydosporum

Мезоконидии

Веретеновидной формы конидии образуются на бластических конидиогенных клетках.

Являются типичными для видов *F. sporotrichioides*, *F. chlamydosporum*, *F. semitectum*, *F. camptoceras* и образуются в некоторых изолятах видов *F. avenaceum* и *F. subglutinans*.

Эти конидии не формируются в спородохиях, а только в воздушном мицелии.



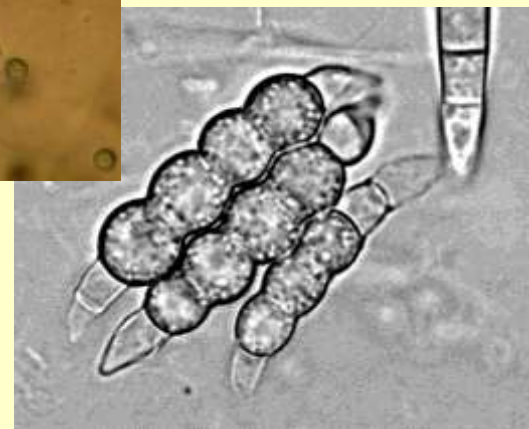
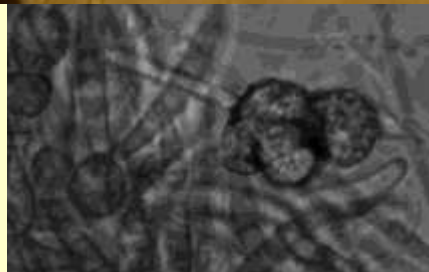
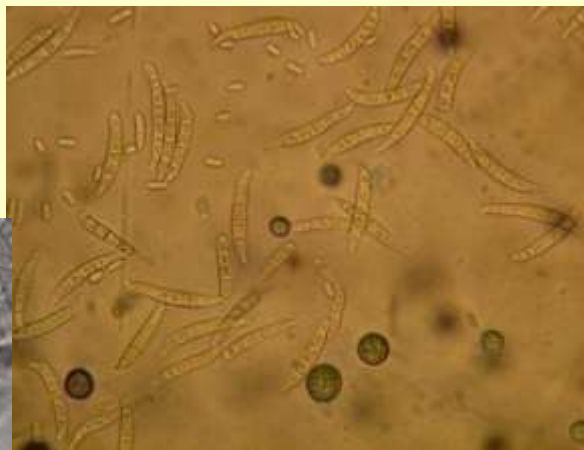
Хламидоспоры

Наличие хламидоспор является диагностическим признаком.

Отсутствует хламидоспор - не информативный признак для диагностики!!!

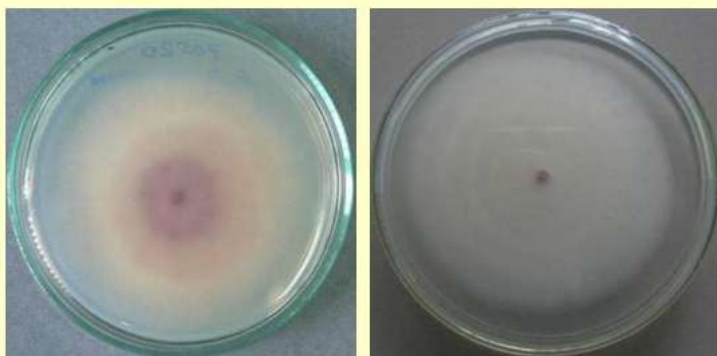
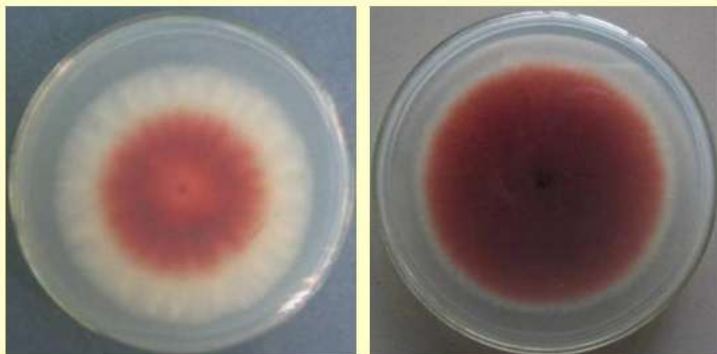
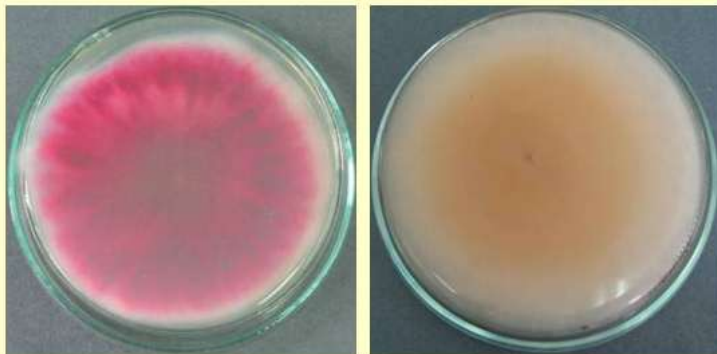
Для образования часто требуется длительный период времени.

Интеркалярные (промежуточные) и **терминальные** (концевые) хламидоспоры. Формируются одиночно, парами, в кластерах и в цепочках.

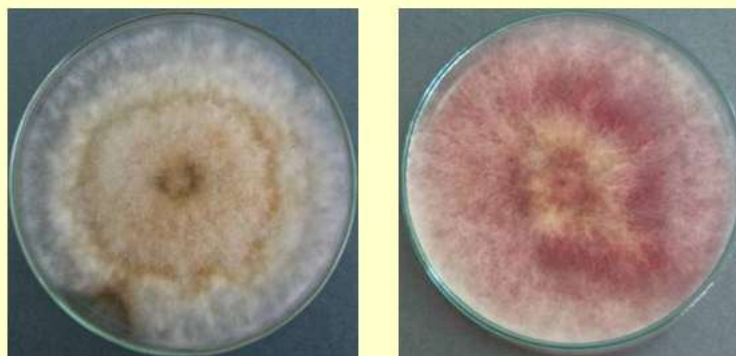


Морфология колоний

Пигментация реверса

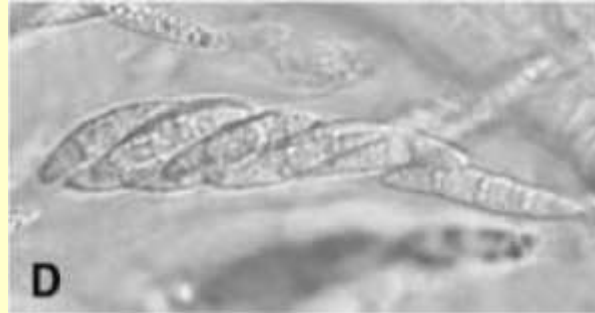


Форма и профиль колонии, окраска воздушного мицелия

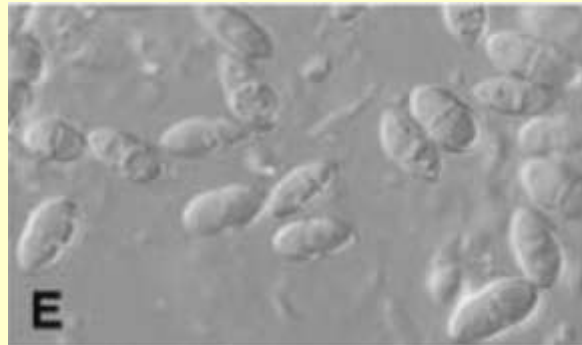
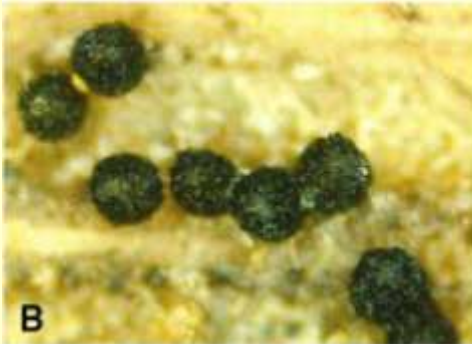


Телеоморфная стадия грибов *Fusarium*

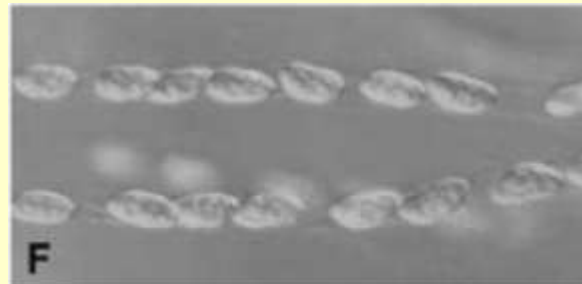
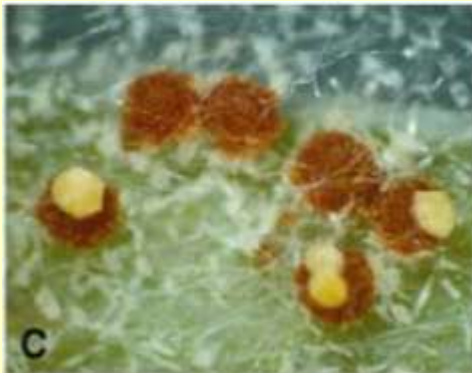
Сумчатое спороношение большинства видов рода *Fusarium* относится к роду *Gibberella*, а также к *Haemanectria* (*F. solani*) и *Albonectria* (*F. decemcellulare*).



Gibberella zeae



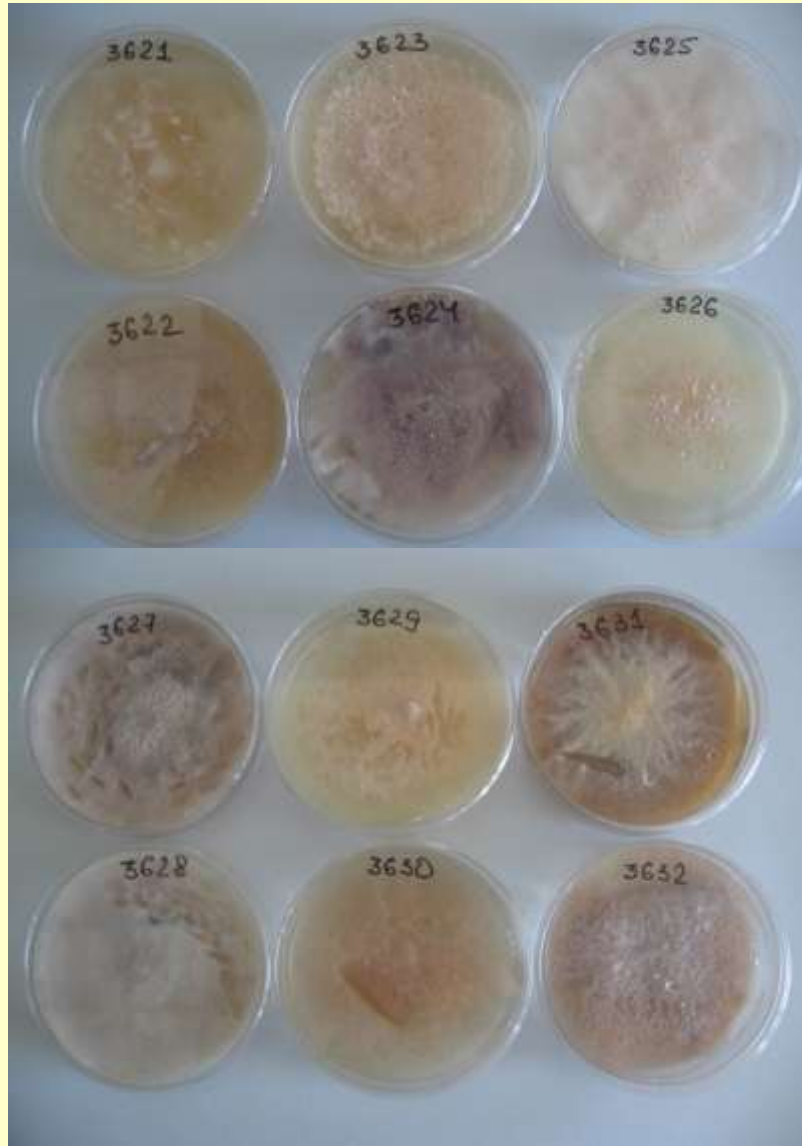
Gibberella moniliformis



Haemanectria
haematococca

(Photos from Summerell et al., 2003)

**Биологический вид- группа организмов репродуктивно
изолированный от других морфологически сходных групп**



Тестерные штаммы видов комплекса *G. fujikuroi*

Образование микотоксинов видами (интерстерильными группами) комплекса *Gibberella fujikuroi*

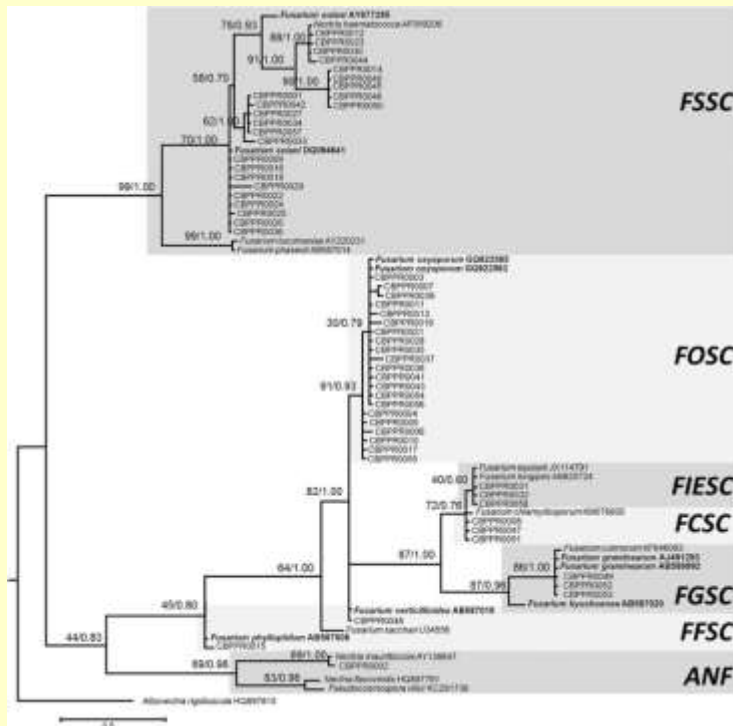
ИГ	Морфологический вид	Биологический вид	Микотоксины				
			ФУМ	МОН	Фуза-рин С	БОВ	ФУЗПР
A	<i>F. verticillioides</i>	<i>F. verticillioides</i>	+	—	+	—	—
F		<i>F. thapsinum</i>	—	+	?	—	—
G		<i>F. nygamai</i>	+	—	+	+	?
C	<i>F. proliferatum</i>	<i>F. fujikuroi</i>	+	+	?	+	—
D		<i>F. proliferatum</i>	+	+	+	+	+
B	<i>F. subglutinans</i>	<i>F. sacchari</i>	—	+	?	—	—
E		<i>F. subglutinans</i>	—	+	—	+	+
H		<i>F. circinatum</i>	—	—	?	+	—
I		<i>F. konzum</i>	—	—	—	+	+

ФУМ—фумонизины; МОН—монилиформин; БОВ – боверицин; ФузПР –фузапролиферин

Филогенетический анализ грибов *Fusarium*

Филогенетический анализ необходим для грибов:

- утративших половую стадию
- для гомоталлических видов
- для подтверждения таксономического ранга .

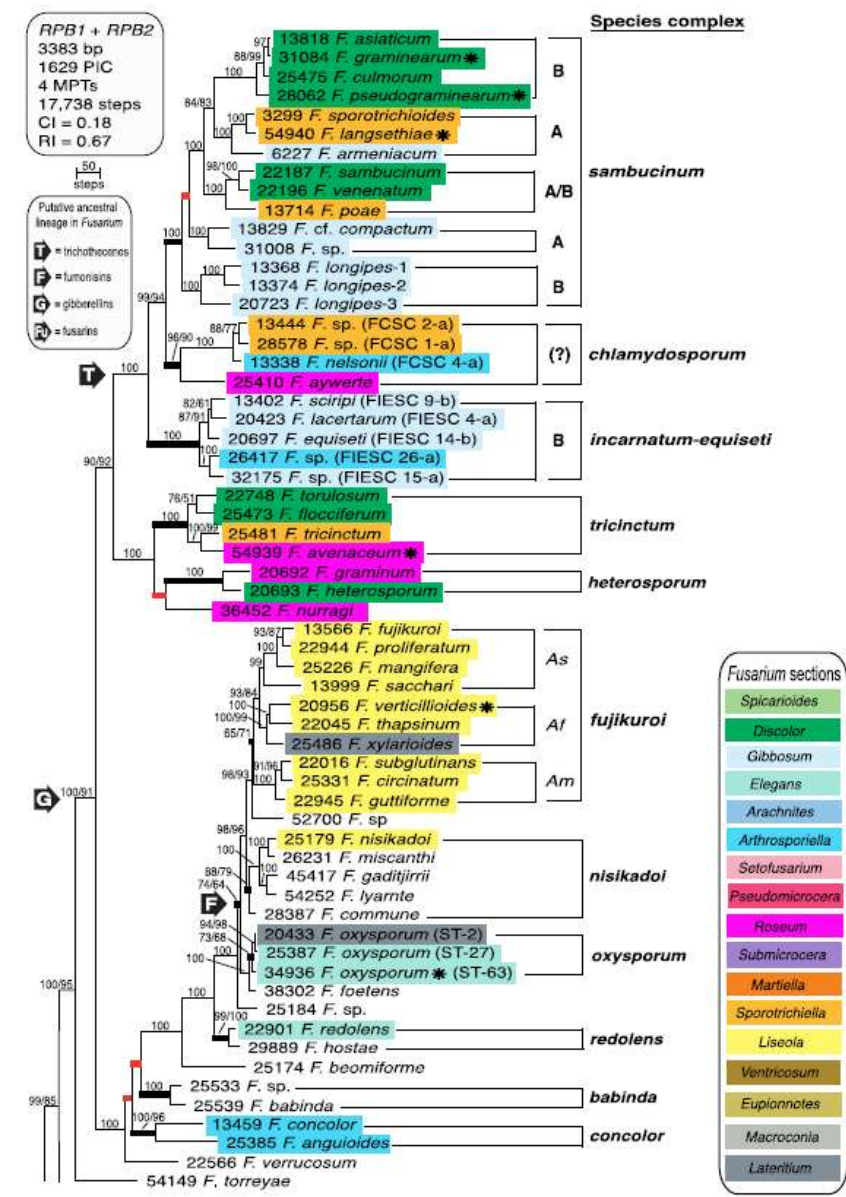


Представления о систематизации видового разнообразия грибов претерпели существенные изменения вследствие обнаружения несоответствия традиционного таксономического деления, основанного на морфологических признаках, филогенетическим отношениям этих видов.

Мультигенная филогения стала новым стандартом современной систематики

Распределение морфологических видов и секций (Gerlach, Nirenberg, 1982) в комплексы видов (O'Donnell et al., 2013)

K. O'Donnell et al./Fungal Genetics and Biology 52 (2013) 20–31



K. O'Donnell et al./Fungal Genetics and Biology 52 (2013) 20–31

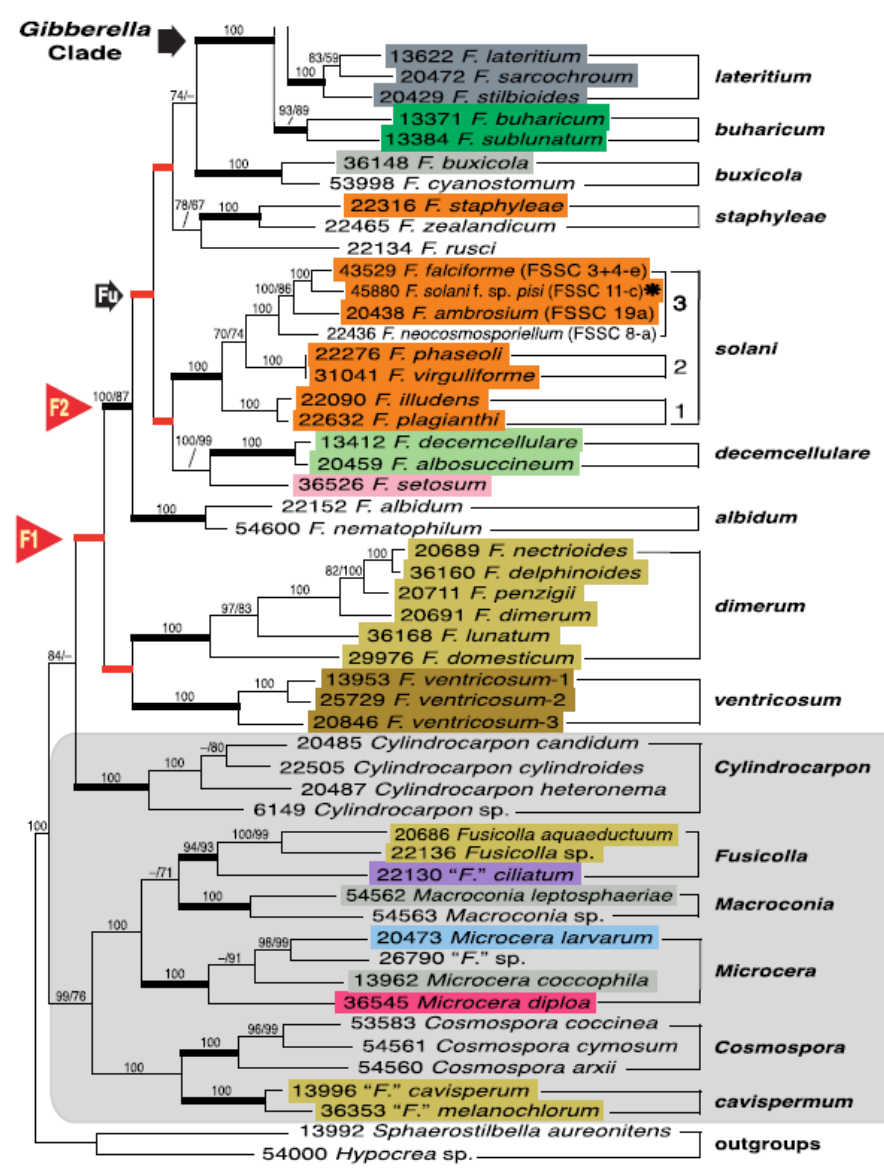
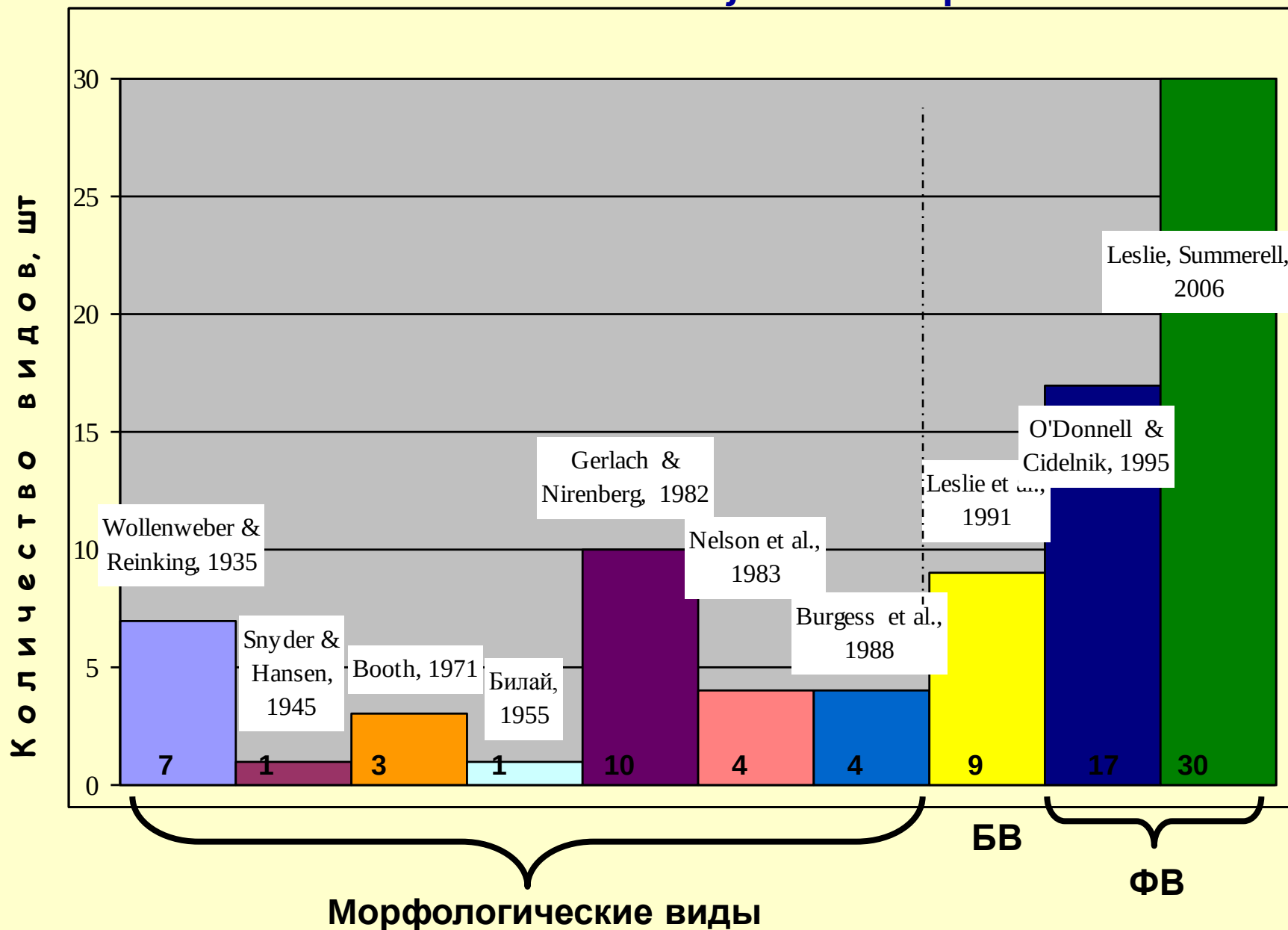


Fig. 1. (continued)

Комплексы видов грибов рода *Fusarium*, основанные на мультигенной филогении

Species complex <i>Fusarium</i> fungi	Аббрев.	Информативные регионы
<i>F. solani</i>	FSSC	ITS+LSU rDNA, TEF1 и RPB2
<i>F. incarnatum-equiseti</i>	FIESC	ITS+LSU rDNA, TEF1 и RPB2
<i>F. chlamydosporum</i>	FCSC	ITS+LSU rDNA, TEF1 и RPB2
<i>F. fujikuroi</i>	FFSC	TEF1, β -tub, CaM, IGS rDNA
<i>F. dimerum</i>	FDSC	TEF1, β -tub, ITS+LSU rDNA, RPB2
<i>F. oxysporum</i>	FOSC	TEF1 and IGS rDNA
<i>F. lateritium</i>	FLSC	TEF1 and IGS rDNA
<i>F. sambucinum</i>	FSAMSC	TEF1, benA, α -tub, mating-type (MAT) loci

Количество видов, относящихся к *F. moniliforme* ≈ *Liseola* ≈ *G. fujikuroi* complex ≈ FFSC

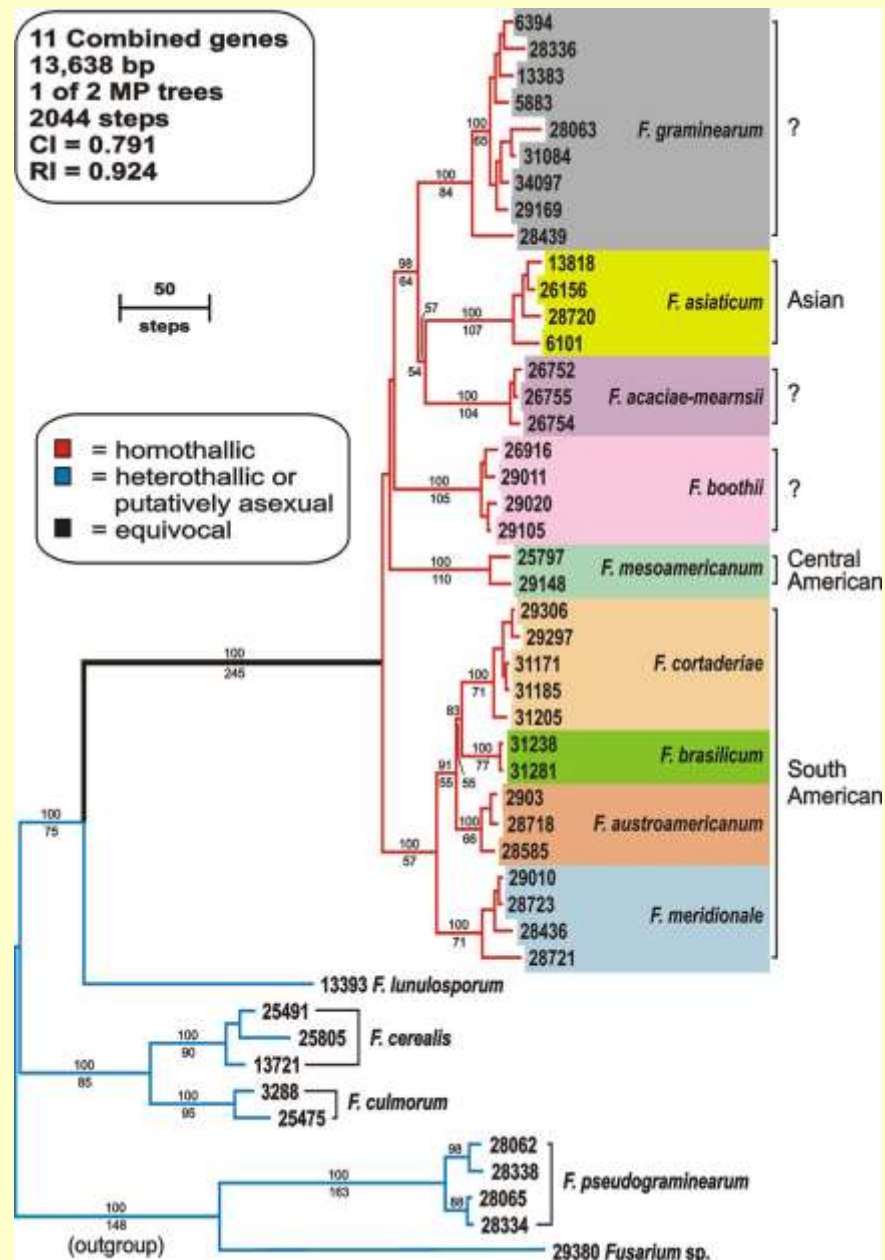


Комплекс видов *Fusarium graminearum* (FGSC)

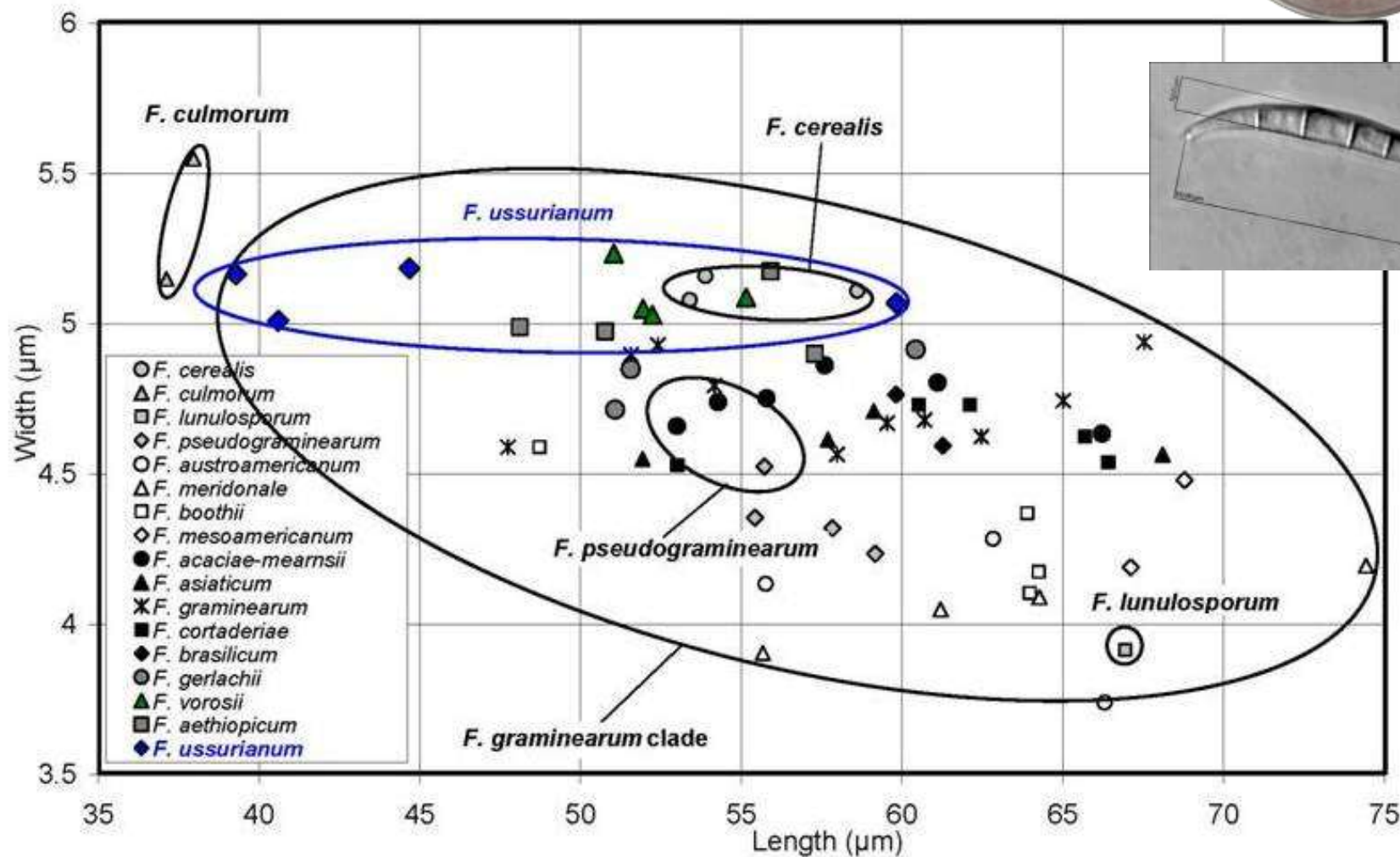


F. austroamericanum (линия *F. gr.* 1),
F. meridionale (линия *F. gr.* 2),
F. boothii (линия *F. gr.* 3),
F. mesoamericanum (линия *F. gr.* 4),
F. acaciae-mearnsii (линия *F. gr.* 5),
F. asiaticum (линия *F. gr.* 6),
F. graminearum sensu stricto (линия *F. gr.* 7),
F. cortaderiae (линия *F. gr.* 8),
F. brasiliicum,
F. vorosii,
F. gerlachii,
F. ussurianum,
F. aethiopicum,
F. nepalense,
F. louisianense.

(O'Donnell et al., 2000, 2004, 2008; Starkey et al., 2007; Yli-Mattila et al., 2009 ; Sarver et al., 2011).



Размеры макроконидий (5 перегородок) комплекса видов *F. graminearum*

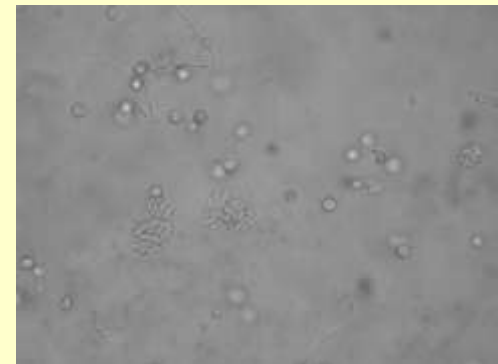
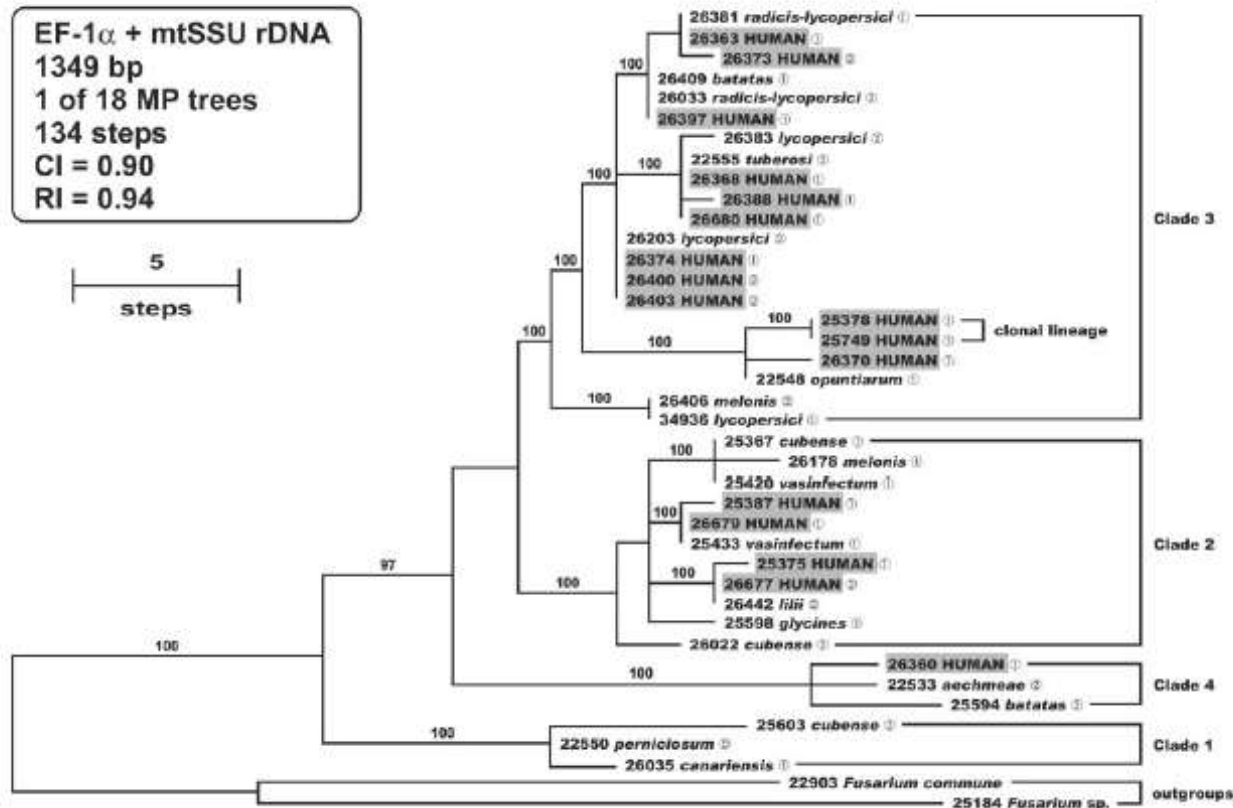


Fusarium oxysporum комплекс видов

Высокая приспособляемость, существование в различных местах обитания на разнообразных субстратах приводят к высокой гетерогенности грибов. Существование *formae speciales* (f.sp.) –таксономически не значимая группа

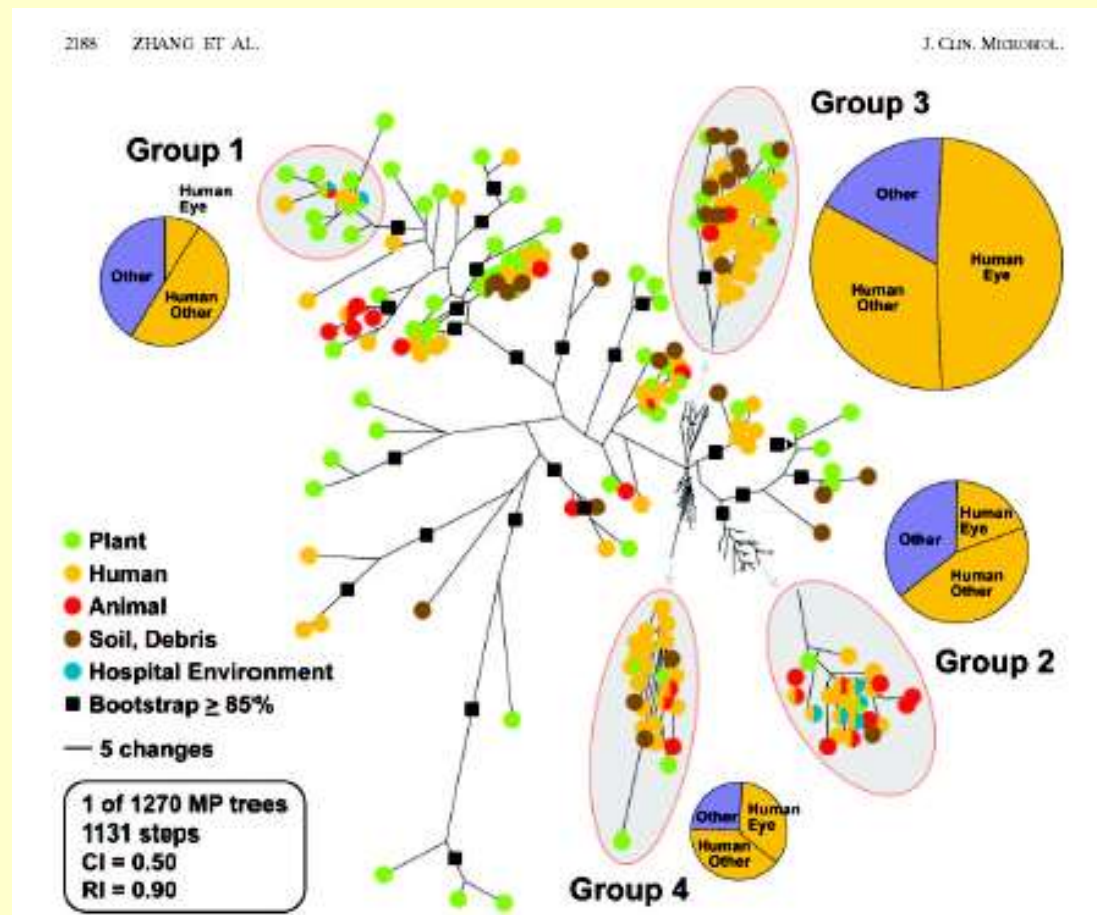
5118 O'DONNELL ET AL.

J. CLIN. MICROBIOL.



Fusarium solani комплекс видов

Филогенетический анализ на основе секвенирования ДНК выявил 26 филогенетически различных видов сегрегированных в 4 крупных кластера (O'Donnell et al., 2000; Al-Reedy et al., 2012; Chehri et al., 2015).



Полногеномное секвенирование видов *Fusarium* (2007 -2017 гг.)

F. graminearum

(36 Mb, 4 хромосомы)

F. oxysporum

(60 Mb, 15 хромосом)

F. solani

(52 Mb, 17 хромосом)

F. verticillioides

(42Mb, 11 хромосом)

F. avenaceum

(42Mb, 8-10 хромосом)

F. temperatum

(45 Mb, 12 хромосом)

F. langsethiae

38 Mb, 6 хромосом

F. udum

(56 Mb, 11-12 хромосом)



Размер генома грибов *Fusarium*, состоящий из уникальной ДНК и повторяющихся последовательностей

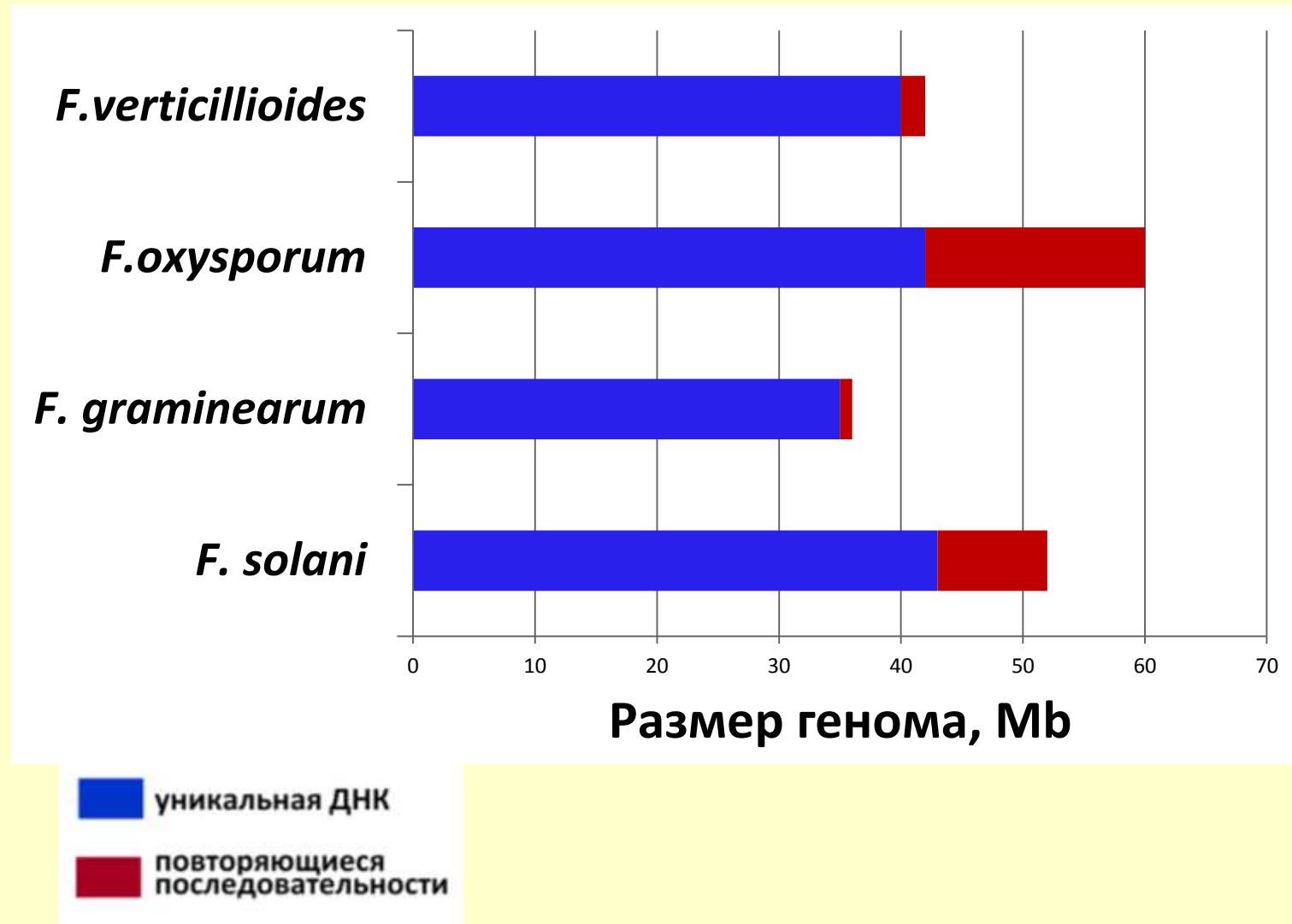




Схема полифазной таксономической классификации грибов р. *Fusarium*

Только комплексный мультидисциплинарный подход дает адекватные результаты, способствуя решению основной задачи систематики – построения естественной системы, включающей в нее как можно большего биологического содержания.

Спасибо за внимание!

