



**ФБУН Государственный научный центр
вирусологии
и биотехнологии "Вектор"**

Т.В. ТЕПЛЯКОВА
доктор биологических наук,
профессор

**Направления исследований
по грибам в лаборатории микологии
отдела биофизики и экологических
исследований**



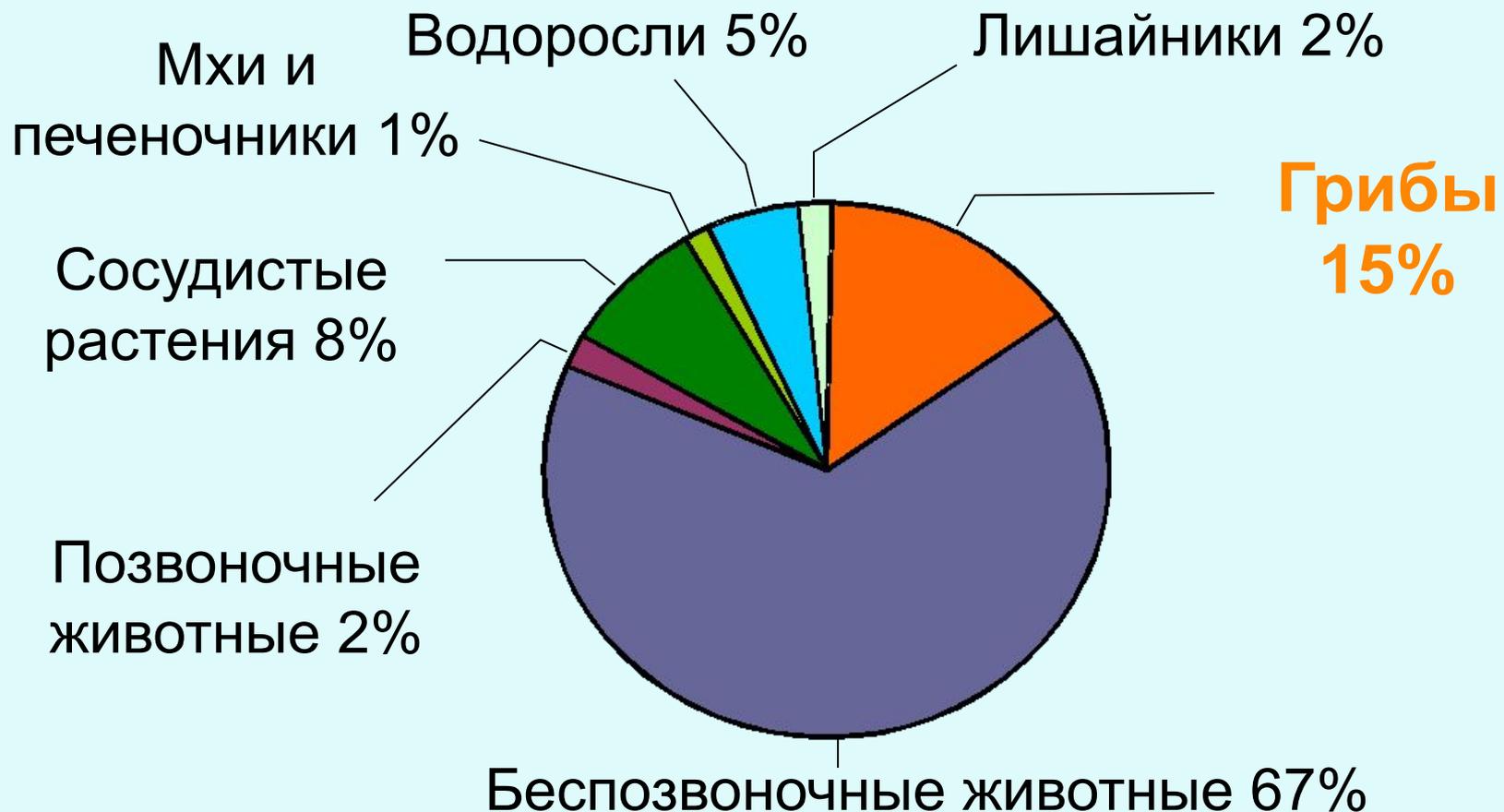
Краткий обзор по микологии

Микология – наука о грибах. Грибы произошли от одноклеточных жгутиковых организмов, предположительно 285 - 350 млн. лет назад.

В настоящее время описано более 120 тыс. видов (хотя предполагают, что их более миллиона) включают **макромицеты** (формируют крупные плодовые тела) и **микробицеты** (видны только под микроскопом или в виде плесеней на субстратах).

Грибы занимают промежуточное положение между растениями и животными. Они выделены в самостоятельное царство **Мycota – Грибы.**

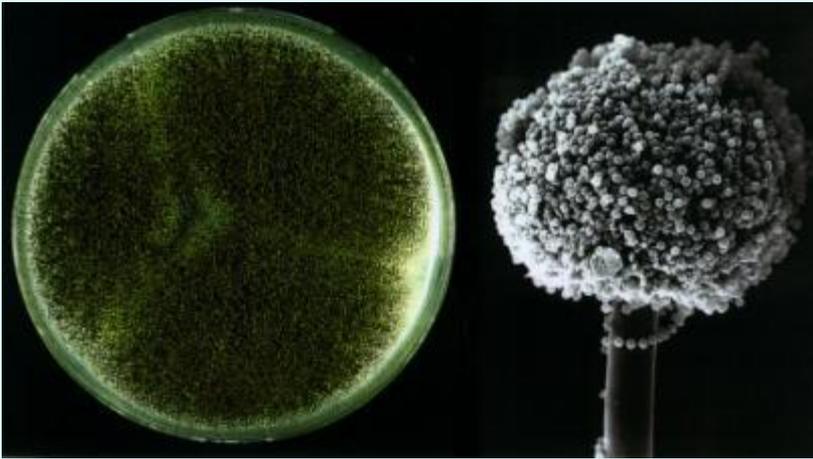
Соотношение основных групп организмов в России





Микромицеты

Аспергилл



Пеницилл





Макромицеты





FUNGIPHOTO.COM IMAGE CATALOGUE SAMPLER - Microsoft Internet Explorer

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

Назад Поиск Избранное

Адрес: G:\A.impct.html

Переход Ссылки

file:///G:/~/IM/196-28.jpg

Мой компьютер

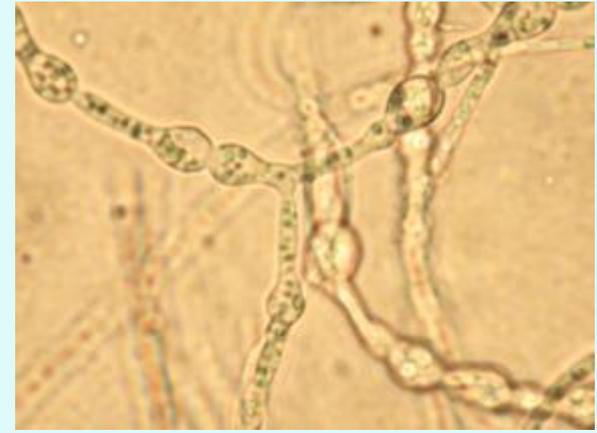
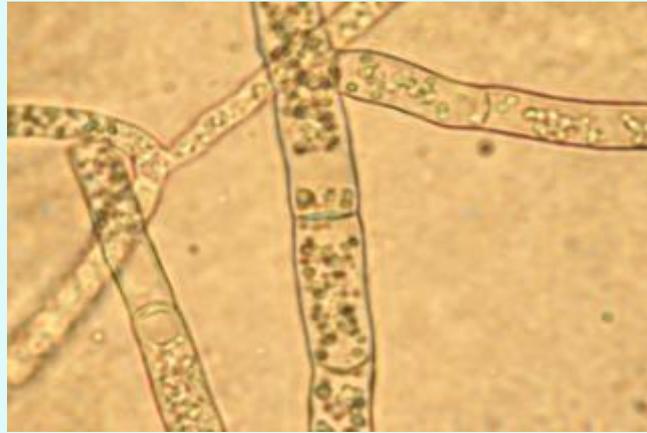
пуск К лекции по микологии FUNGIPHOTO.COM I... EN 16:02



Строение и питание грибов

Вегетативное тело грибов (мицелий, или грибница) имеет нитчатое строение. Нити (гифы) грибов имеют толщину от 1 до 10 мкм, а в длину могут достигать нескольких десятков сантиметров. Гифы могут иметь или не иметь перегородки.

У грибов осмотрофный тип питания. Они выделяют ферменты в окружающую среду, а затем активно поглощают через всю поверхность мицелия готовые компоненты для роста и развития. Этот тип питания обеспечивает их быстрый рост.



По строению мицелия грибы делят на
низшие (гифы без перегородок) и
высшие (гифы многоклеточные).

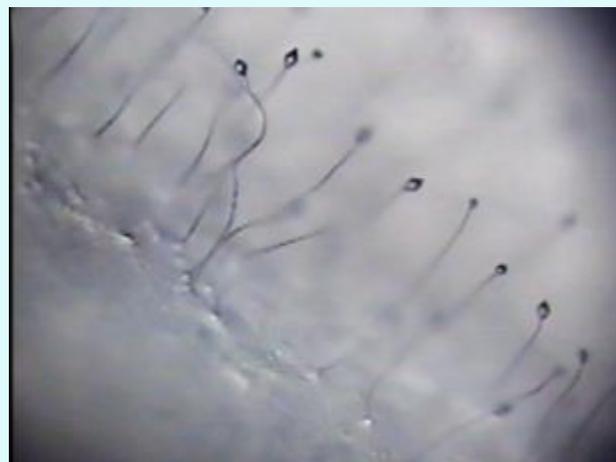
Рост грибницы всегда происходит в радиальном направлении по отношению к споре, из которой она получила развитие.

Вегетативное размножение

Осуществляется
отдельными
кусочками мицелия
или

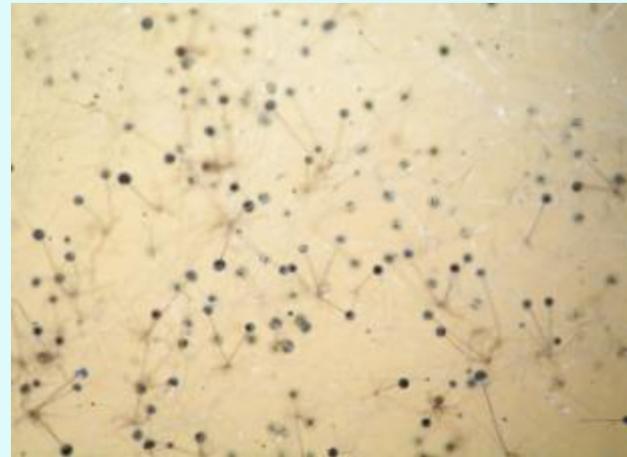


специализированным
и структурами –
конидиями или
хламидоспорами.

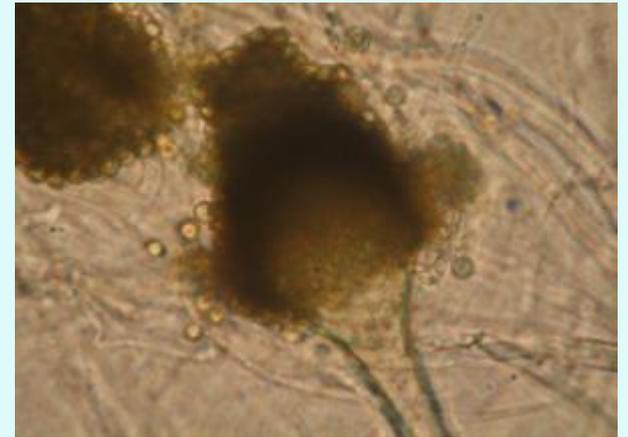
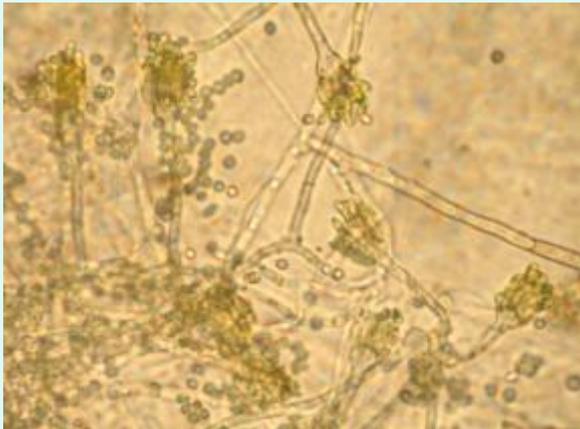
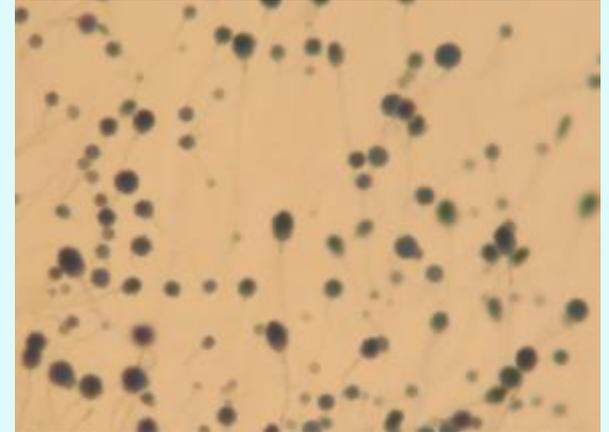


Бесполое размножение

Происходит при помощи спор, образующихся на специализированных гифах. При этом образование спор может происходить эндогенно или экзогенно.



Конидиеносцы с конидиями



Пеницилл
Аспергилл

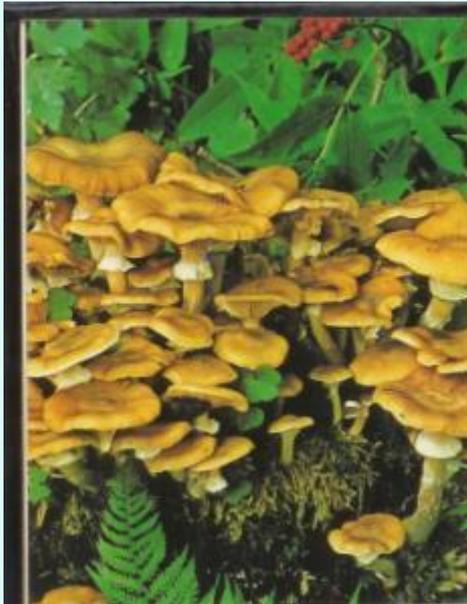
Мукор

Половое размножение

Осуществляется путем слияния половых клеток, в результате чего образуются половые споры

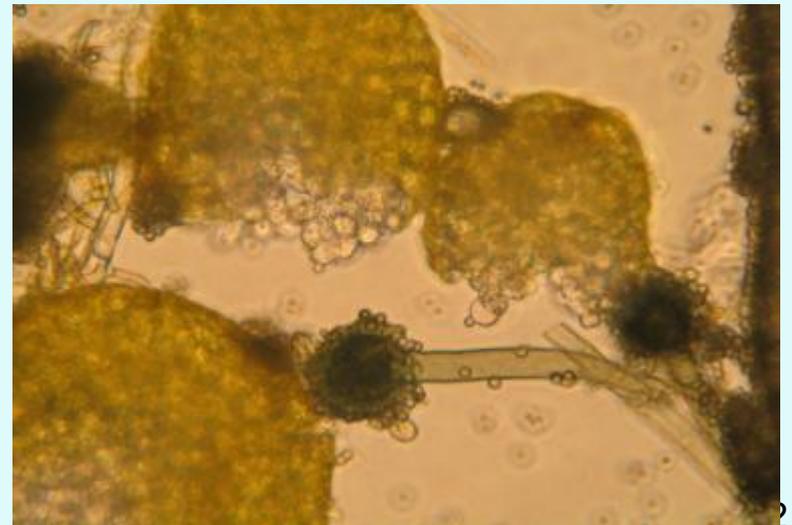


Аспергилл



Осенний

мухомор





Экологические группы грибов

В процессе эволюции у грибов сложились тесные взаимосвязи с другими организмами

1. Древоразрушающие грибы – ксилотрофы
2. Симбиотрофные грибы
3. Сапротрофные грибы
4. Копротрофные грибы
5. Паразитические грибы
6. Микофильные грибы
7. Хищные грибы



1 - Дереворазрушающие грибы



Вешенка



Трамете
с



Трутовик лакированный



Шиитаке



2 - Симбиотрофные грибы



Белый
гриб



Рыжи
к



Подосиновик



Мухомор



3 - Сапротрофные грибы



Шампиньон



Дождевик



Навозник



Свинушка



Копротрофные грибы(навозники)





5 - Паразитические грибы

Возбудители болезней растений



Фузарио



Ржавчина



Спорынья 18



5 - Грибы – патогены человека



Микозы – заболевания, вызываемые патогенными видами грибов, встречающихся в различных классах и семействах.

Заболевания человека, вызываемые грибами, разнообразны.



6 - Микофильные грибы



Asterophora lycoperdoides на сыроежке



A. lycoperdoides в культуре

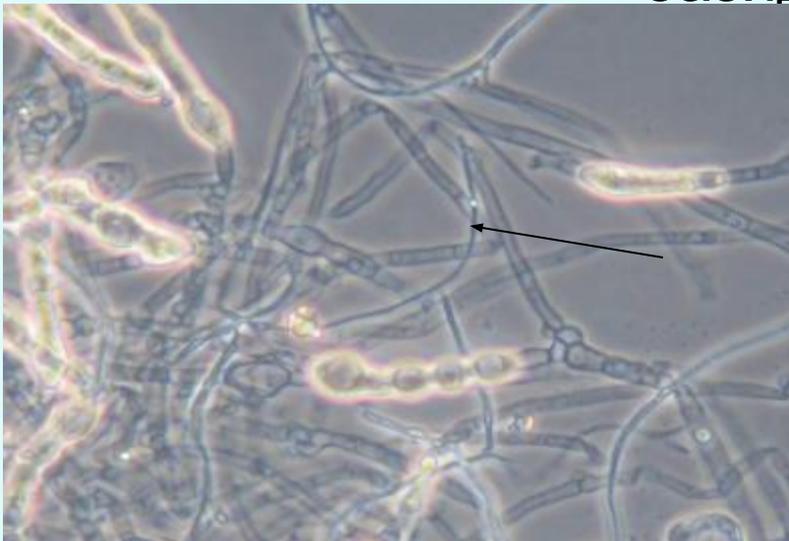


Неидентифицированный микофил на *Trametes pubescens*





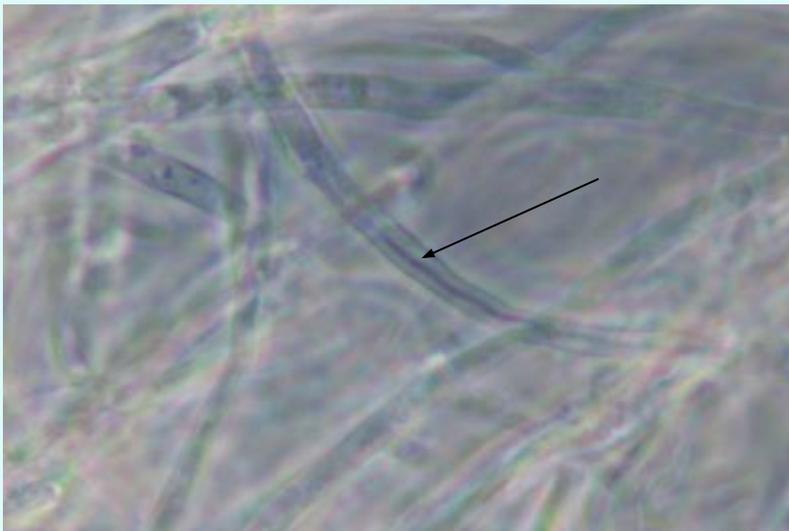
6 - Микофильные грибы в культурах базидиомицетов



Ganoderma applanatum



Inonotus obliquus



Laetiporus sulphureus



Trametes versicolor



Важность изучения микофильных грибов

- Термин «микофильность» обозначает способность организма развиваться в природе за счет грибов. Известны микофильные виды вирусов, бактерий, актиномицетов. Численность микофильных грибов достигает двух тысяч. Их выделяют в особую экологическую группу. Они широко распространены в разных климатических зонах и во всех местообитаниях: в воде, почве, ризосфере, филлоплане, на плодовых телах и в мицелии макромицетов, на поверхности и внутри мицелия различных микромицетов и их плодоношений. Экологическая роль микофильных грибов заключается в разложении и минерализации грибных остатков в природе и в ограничении численности популяций грибов в экосистемах.
- Видовой состав микофильных грибов на макромицетах отличается от их состава на микромицетах, но есть много и общих видов. Это в основном гифомицеты из родов: *Alternaria*, *Acremonium*, *Gliocladium*, *Fusarium*, *Monosporum*, *Mucor*, *Oospora*, *Penicillium*, *Sepedonium*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Verticillium* [Рудаков, 1981]. Микофильные грибы являются естественными врагами некоторых фитопатогенных грибов, и это используется в биологической защите растений. Так, например, продуцентами биопрепаратов для защиты растений от фито- и энтомопатогенов являются грибы родов *Trichoderma*, *Ampelomyces*, *Beauveria* и другие. В то же время очень актуальной является проблема борьбы с микопаразитами съедобных культивируемых грибов. Опасны заболевания шампиньона, вызываемые грибами из родов *Mycogone*, *Verticillium* и *Fusarium*.

- Негативную роль сыграли микофильные грибы при первых попытках получения биомассы съедобных грибов в глубинной культуре. Практически все штаммы, отобранные в 50-70-е годы 20 века в СССР для промышленного культивирования, оказались несовершенными гифомицетами. Из микофильных грибов, имеющих спороношение, нами отмечены грибы из родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium*. Их нельзя считать простыми контаминантами, так как мы смогли обнаружить их спустя длительное время после выделения грибов в культуру.
- Наиболее часто встречался микофильный гриб с тонкими гифами, на протяжении которых имелись утолщения, которые, по-видимому, играли роль в осуществлении контакта с гифами гриба-хозяина и продуцировании соединений, способствующих осуществлению проникновения микофила в гифу хозяина и адсорбции питательных веществ. Чаще всего присутствие микофила сопровождалось появлением участков пустых гиф гриба-хозяина.
- Микофильные грибы широко присутствуют в почве и в плодовых телах съедобных видов грибов, которые могут произрастать вблизи сельскохозяйственных угодий. В основном, клетки их мицелия и конидий содержат одно ядро, в отличие от большинства видов съедобных базидиомицетов. Постоянное воздействие на них пестицидов или радионуклидов может приводить к появлению новых штаммов микроскопических грибов с патогенными свойствами для человека. Есть предположение, что почвенный гриб-микромикет *Paecilomyces variotii* мог измениться под действием химических препаратов, применяемых на хлопчатнике в Узбекистане, и стать возбудителем микоза –зааминиллеза.

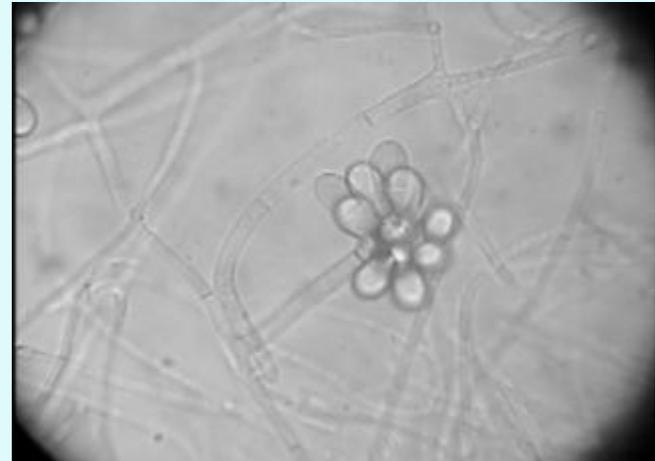
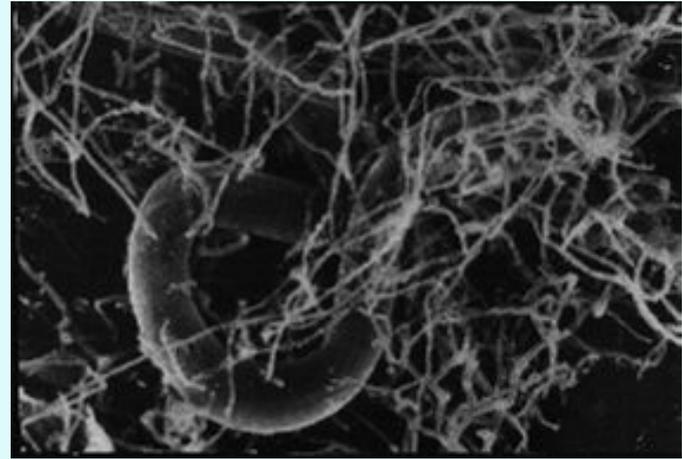
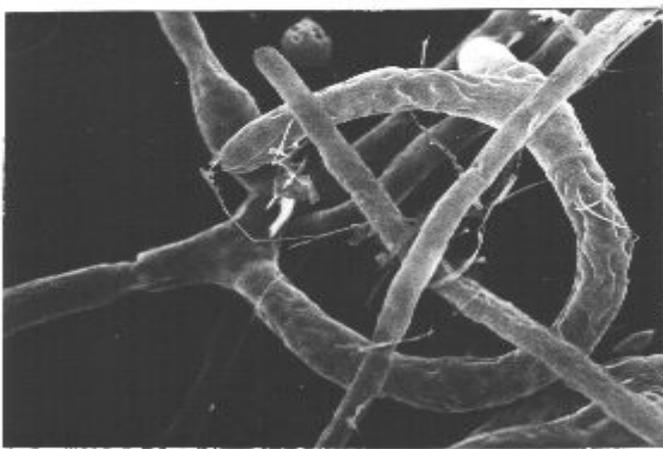


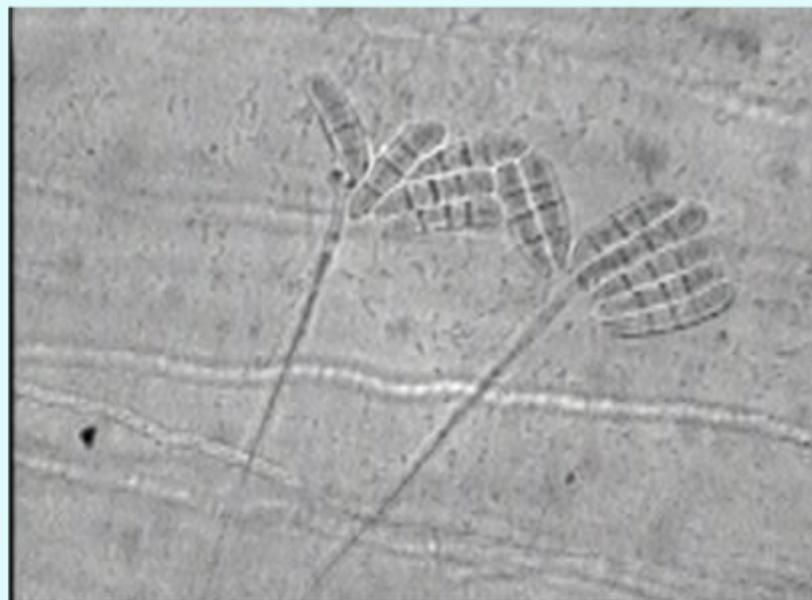
Публикации по микофильным грибам

- Теплякова Т.В. Возможные последствия воздействия загрязнения окружающей среды на микофильные грибы. Сб.: «Фундаментальные и прикладные проблемы охраны окружающей среды». – Томск: ТГУ, 1995. С.299-230.
- Теплякова Т.В. Микофильные грибы в культурах съедобных грибов. Потребительская кооперация в переходной экономике России». – Новосибирск: СибУПК 1999.- С 52-55.
- Теплякова, Т.В. Воробьева И.Г. Явление микофилии в жизнедеятельности некоторых грибов // Современная микология в России: тез. докл. I съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологов, 2002. – С. 212.
- Теплякова, Т.В., Максимова Р.А., Воробьева И.Г. Морфологические и физиолого-биохимические особенности гриба *Arthrobotrys longa* в связи с нематофаговыми свойствами и активностью фибринолитических ферментов. Успехи медицинской микологии: тез. докл. – М.: Нац. акад. микологии, 2005. – Т. 5. – С. 226–231.
- Теплякова Т.В., Косогова Т.А. Особенности отбора в культуру эффективных для биотехнологии штаммов лекарственных грибов из местообитаний юга Западной Сибири // Биология – наука XXI века: Материалы Международной конференции. Москва, 24 мая 2012. / Ред. Р.Г. Василев. – М.: МАКС Пресс, 2012. – С. 929-931.
- Теплякова Т.В., Косогова Т.А. Высшие грибы Западной Сибири-перспективные объекты для биотехнологии лекарственных препаратов. - Новосибирск, 2014.-298 с.



7 - Хищные грибы







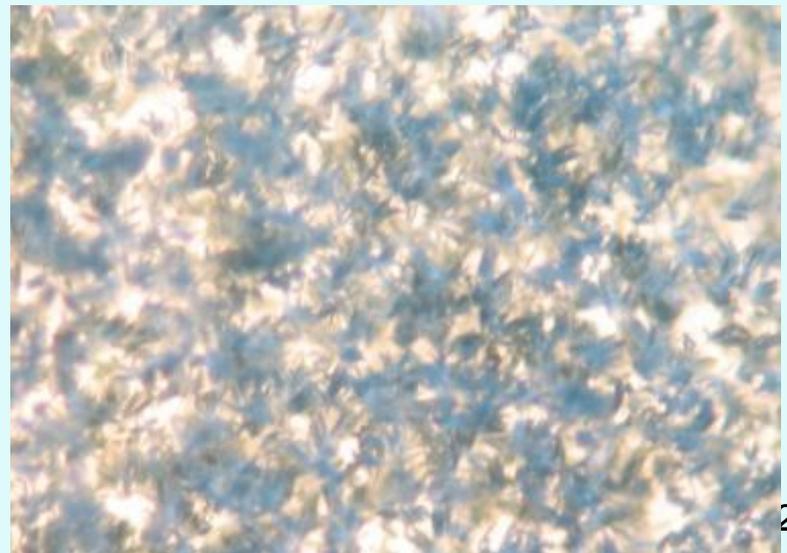
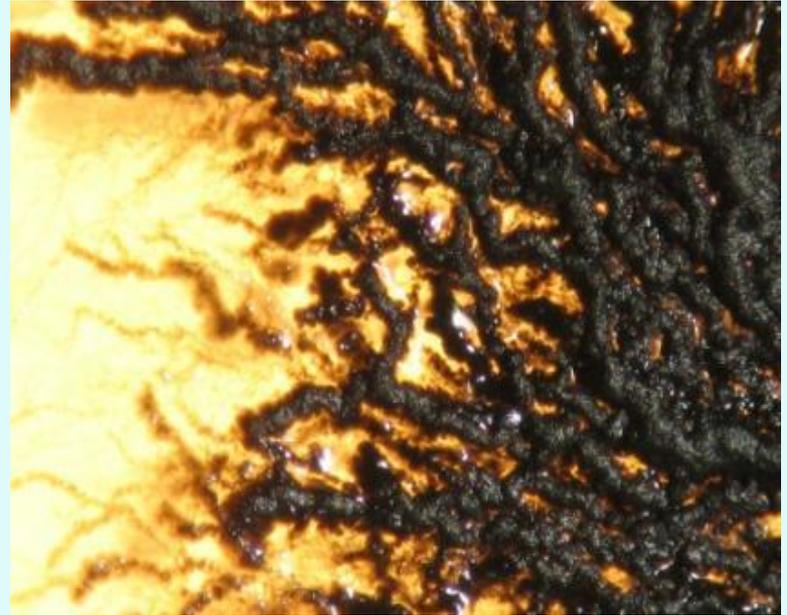
Основные направления исследований лаборатории микологии по грибам-микросциетам

1 . Оценка опасности жизнеспособных микроорганизмов в атмосферном аэрозоле юга Западной Сибири для здоровья человека

- Изучение микобиоты воздуха имеет важное эпифитотиологическое, санитарно-гигиеническое и фитопатологическое значение. В связи с увеличивающимся антропогенным воздействием на геобиоценозы заметно возрастает количество конидий в атмосфере, что представляет реальную опасность их попадания в организм человека и животных. Микроскопические грибы (микросциеты), являясь неотъемлемой частью атмосферного аэрозоля (Сафатов и др., 2009), способны вызывать инфекционные заболевания человека, животных и растений. Поэтому важно контролировать их концентрацию и разнообразие в атмосфере.
- Зондирование атмосферы проводится с помощью самолета ТУ-134. Полеты осуществляют в дневное время суток на высотах 7000, 5500, 4000, 3000, 2000, 1500, 1000 и 500 м. Пробы воздуха отбирают в импинджеры из нержавеющей стали в течение 5 - 10 минут с расходом 50 ± 5 л/мин. В качестве сорбирующей жидкости используют 50 мл раствора Хэнкса. Эффективность задержки этого устройства для аэрозолей более 0,3 мкм (минимальные размеры известных бактерий) превосходит 80 ± 15 %. Изучение количества и качества бактерий(в лаборатории бактериологии) и грибов проводится культуральными методами.
- Установлено , что в в высотных пробах воздуха преобладают пигментированные формы грибов. Наличие пигментов, особенно меланина, в клеточных оболочках грибов способствует защите их от неблагоприятных факторов, особенно УФ-лучей.
- В период вегетации растений наблюдается преобладание непигментированных бесспорных грибов.. К концу вегетации увеличивается доля пигментированных микросциетов, в том числе грибов родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, что согласуется с сезонной динамикой видов, обилие которых возрастает в вегетационный период.



Колонии грибов из проб аэрозолей Западной Сибири





Публикации по аэрозольной теме

- Сафатов А.С., Теплякова Т.В., Белан Б.Д., Буряк Г.А., Воробьева И.Г., Михайловская И.Н., Панченко М.В., Сергеев А.Н. Концентрация и изменчивость состава микромицетов в атмосферном аэрозоле юга Западной Сибири. // Оптика Атмосферы и океана, 2009, т. 22, № 9. – С. 901 – 907.
- Safatov A.S., Teplyakova T.V., Belan B.D., Buryak G.A., Vorob'eva I.G., Mikhailovskaya, I.N., Panchenko M.V., Sergeev A.N. The concentration and variation of fungi diversity in atmospheric aerosol of Southwestern Siberia. // Abstracts European Aerosol Conference 2009, Karlsruhe, Germany, September 6 – 11, 2009.
- Воробьева, И.Г. Теплякова Т.В. Мониторинг биоразнообразия микромицетов в аэрозоле воздуха юга западной Сибири // Системно-экологическая оптимизация фитосанитарных технологий: сб. науч. тр., посвящ. 25-летию становления первой в Сибири науч. шк. по защите растений: под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2009. – С. 102–109.
- Теплякова Т.В. Грибная Лиллипутия: от паразитов до хищников //Наука из первых рук. - 2010. - 4(34). - С.112-120.
- Воробьева, И.Г, Томошевич М.А.. Сравнительный анализ патогенных микромицетов растений в урбанизированной среде г. Новосибирска. Часть 1. Скверы и парки. // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия естеств. науки. – 2011. – вып.14/1. – № 3. – С. 100 –104.
- Воробьева И.Г., Теплякова Т.В., Сафатов А.С., Буряк Г.А. Комплексы микроскопических грибов в атмосферных аэрозолях юга Западной Сибири // Успехи медицинской микологии. – Т. 13. – М.: Национальная академия микологии, 2014. – С. 83-84.
- Воробьева И.Г., Т.В.Теплякова , А.С. Сафатов Потенциально опасные микромицеты в аэрозолях воздуха. Экономические , экологические и социокультурные перспективы развития России , стран СНГ и ближнего зарубежья . Материалы Международной научно- практической конференции . Часть 2. Новосибирск : НФ РЭУ им. Г.В. Плеханова , 2014 .-С.211-215
- Teplyakova T.V., Vorobyeva I.G., Vechkanov V.A., Andreeva I.S., Safatov A.S., Buryak G.A., Simonenkov D.V., Belan B.D. Complexes of microscopic fungi in atmospheric aerosols of Southwestern Siberia at the altitudes of 500-7000 m in 2014 // Abstracts European Aerosol Conference 2015, Milano, Italy, September 6-11, 2015. P. 2AAS_P063.



2. Биоэкологические исследования по хищным грибам и разработка биопрепарата для борьбы с нематодами

- Паразитические нематоды- микроскопические черви , поражают корневую систему многих растений. Мировые потери продукции растениеводства от нематод составляют в среднем 7-10%. Не менее значимы потери продукции животноводства от паразитарных заболеваний сельскохозяйственных животных, вызванных гельминтозами.
- Применение дорогостоящих и высокотоксичных химических средств защиты растений и животных от нематод приводит к повышению устойчивости паразитов и к загрязнению окружающей среды.
- Ряд гельминтов животных представляют серьёзную угрозу здоровью людей, так как может происходить заражение при контакте с животными или с окружающей средой, где производятся выгулы животных. 32 вида гельминтов могут паразитировать у человека и 26 – у сельскохозяйственных животных. Значительная зараженность собак и кошек гельминтами приводит к увеличению числа заболеваний среди населения с весьма тяжелыми последствиями.
- Хищные грибы-гифомицеты, являющиеся естественными врагами нематод, найдены практически во всех частях мира, что свидетельствует о их большой экологической роли в утилизации огромной массы нематод в почве, многие из которых являются возбудителями заболеваний растений и животных, а в последующем и человека. Грибы выделяют широкий спектр биологически активных веществ – ферментов, аттрактантов, токсинов, участвующих в процессах жизнедеятельности нематофагов, в том числе в механизме хищничества при формировании на мицелии ловушек.
- Предпринятый нами поиск в природных популяциях позволил отобрать эффективный штамм гриба *Duddingtonia flagrans* F-882, характеризующийся высокими показателями нематофаговой активности (патент РФ 2253671, 2005). Ранее были изучены экологические особенности нематофаговых грибов, что позволило обосновать способы получения биопрепарата и применения его против нематод в биологической защите растений (патент РФ 2366178, 2009).



Известно свыше 3000 видов фитопаразитических нематод, поражающих практически все виды культурных растений, что приводит к ежегодным потерям 10 % мировой растительной продукции.



1 – корень огурца
2 – корень дыни
3 – корень женьшеня
4 – корень картофеля

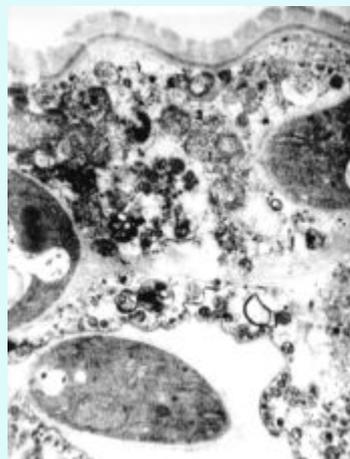




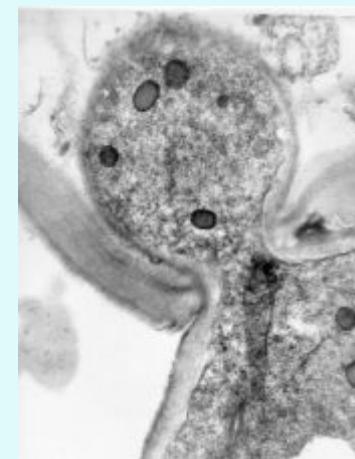
Хищные грибы – гифомицеты относятся к несовершенным грибам (*Deuteromycetes*) и являются природными регуляторами численности нематод в почве. В присутствии нематод они формируют на гифах улавливающие приспособления. Наиболее часто встречаются виды с ловушками в форме клейких петель и их сплетений. В механизме хищничества принимают участие аттрактивные вещества, токсины и ферменты.



Клейкие петли грибов рода *Arthrobotrys*



Ультраструктура погибшей нематоды



Проникновение гриба в тело нематоды



Ультраструктура ловушки



Ультраструктура ловушки



Глыбки клейких веществ

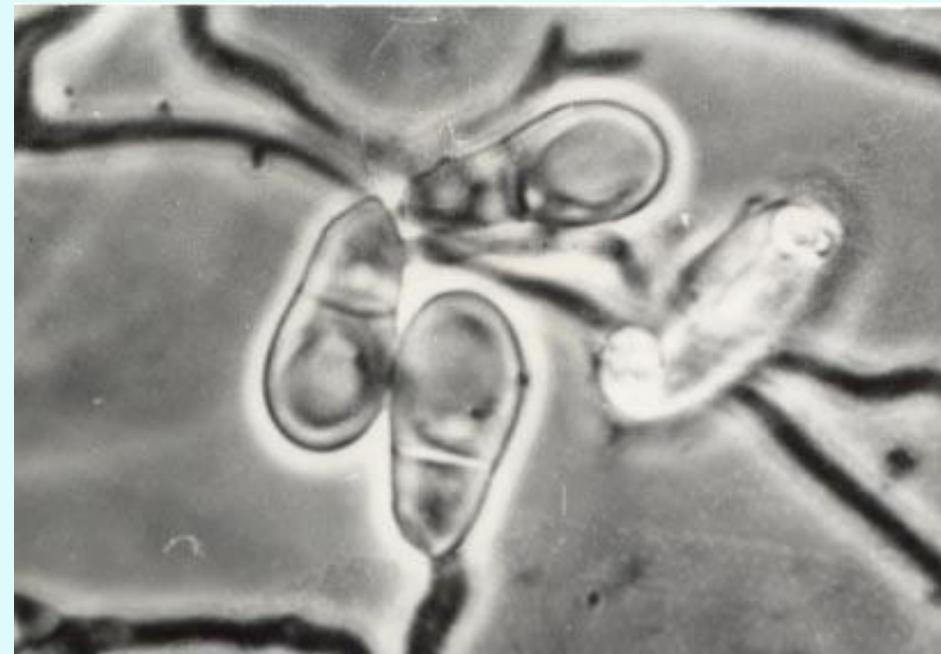


Из видов и штаммов хищных грибов, выделенных из почвы в Новосибирской области, наиболее эффективными являются: *Arthrobotrys oligospora* ВКМФ – 3062 D, *Duddingtonia flagrans* F – 882.

Оба вида формируют ловушки в виде петель и их сплетений, а спороношение на питательных средах представлено у *A. oligospora* конидиями, а у *D. flagrans* в большей мере толстостенными хламидоспорами.



Головки конидий *A. oligospora*



Конидии *A. oligospora*

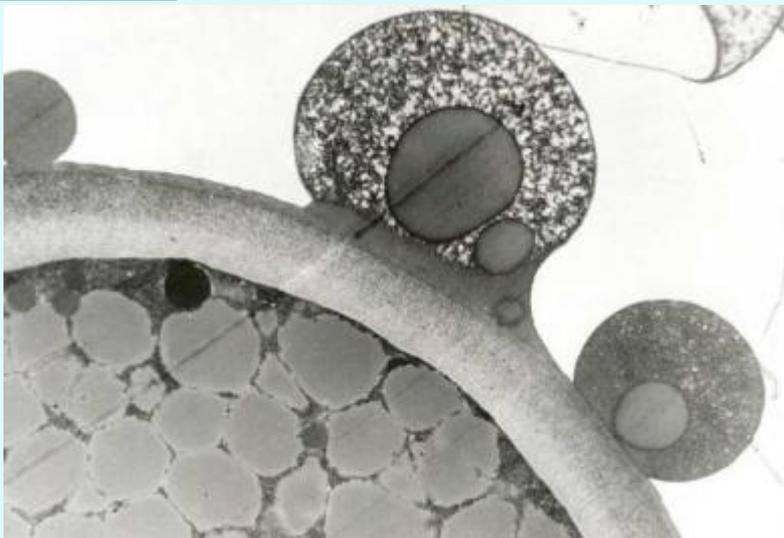


Нематоды в клейких петлях хищных грибов

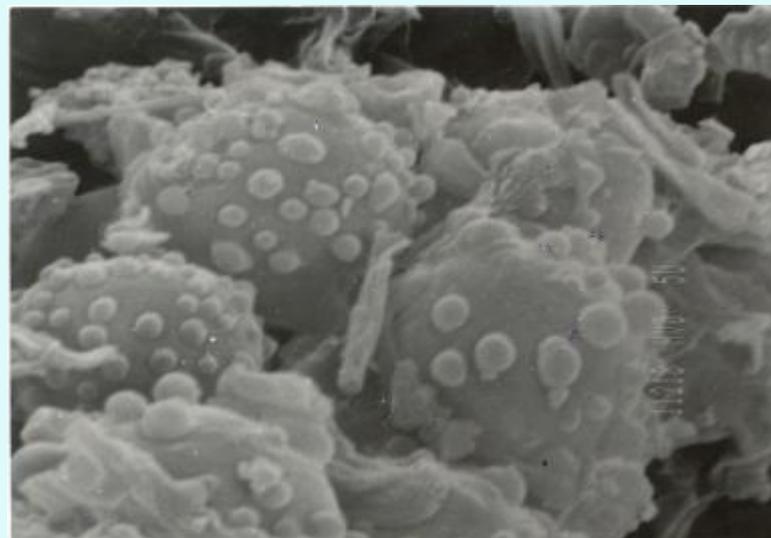




морфологія темних спорозоїтних хитинних гриба *Dicellaerythronia flagrans* F – 882



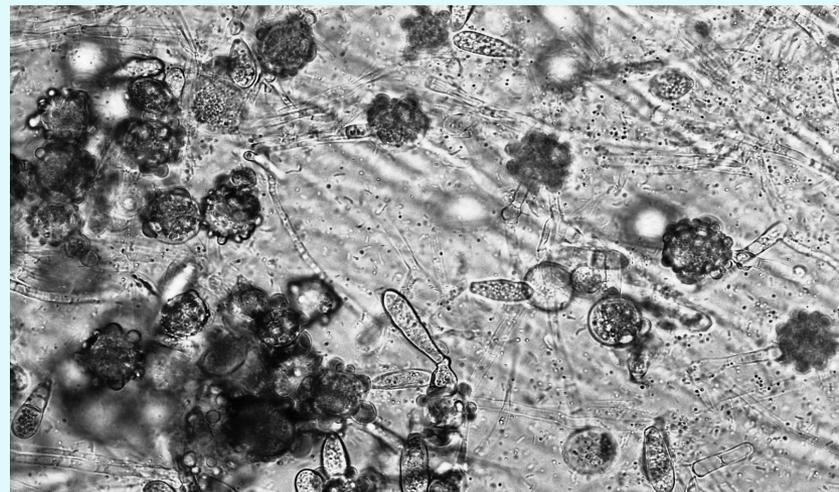
Ультраструктура хламидоспори



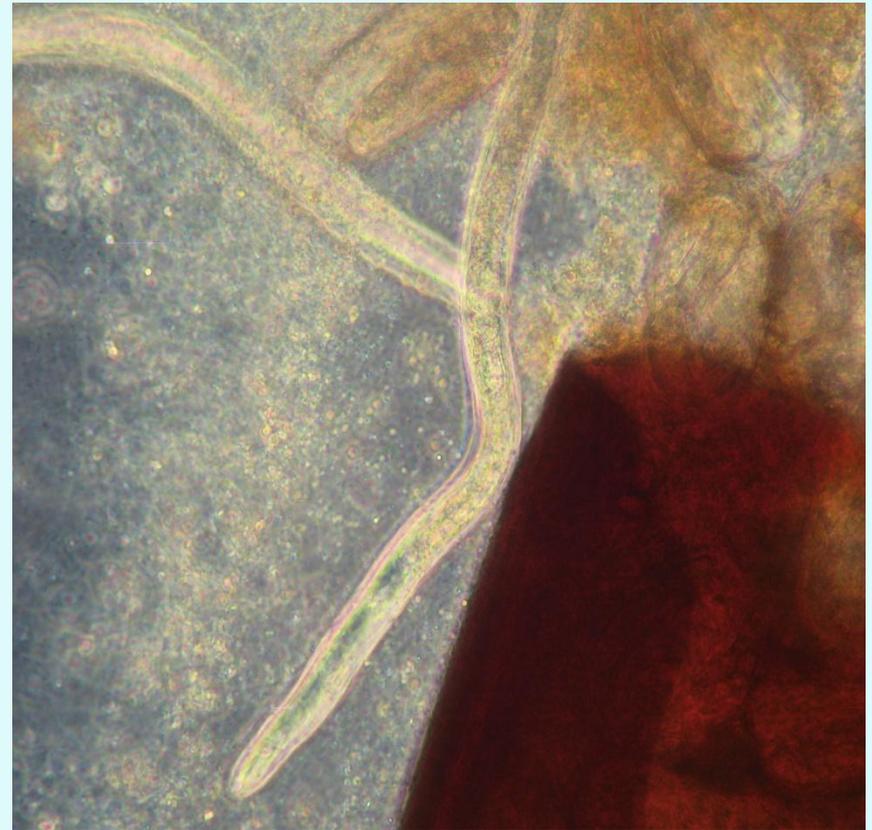
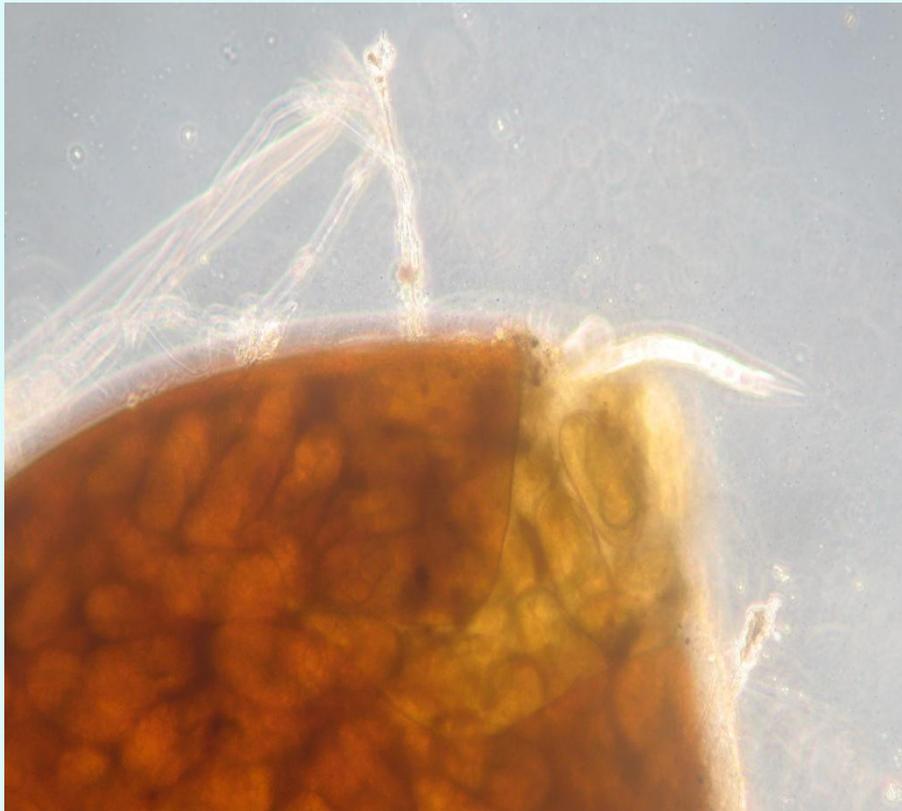
Хламидоспори в скануючому мікроскопі



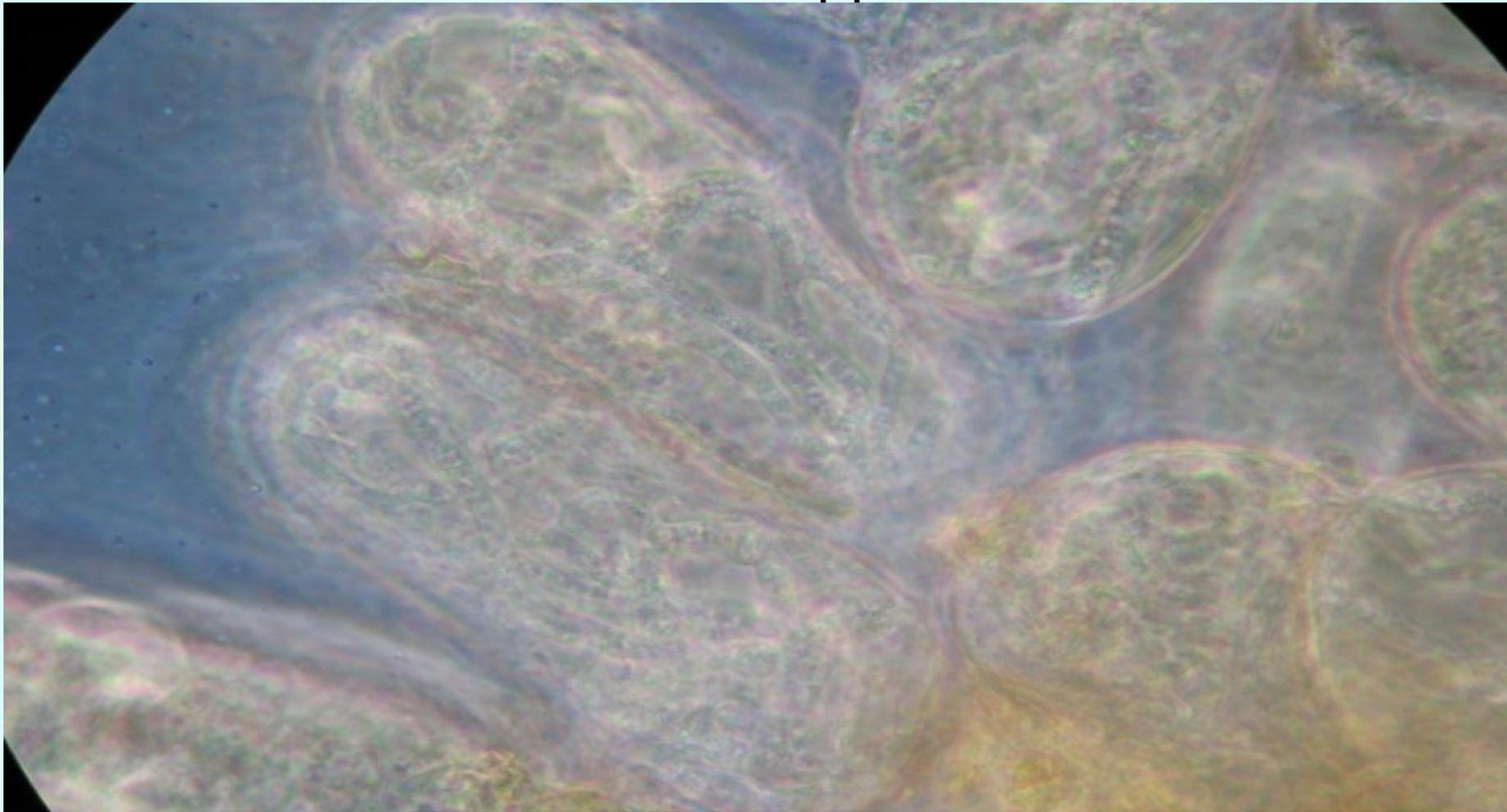
Хламидоспори і конидії в світловому мікроскопі



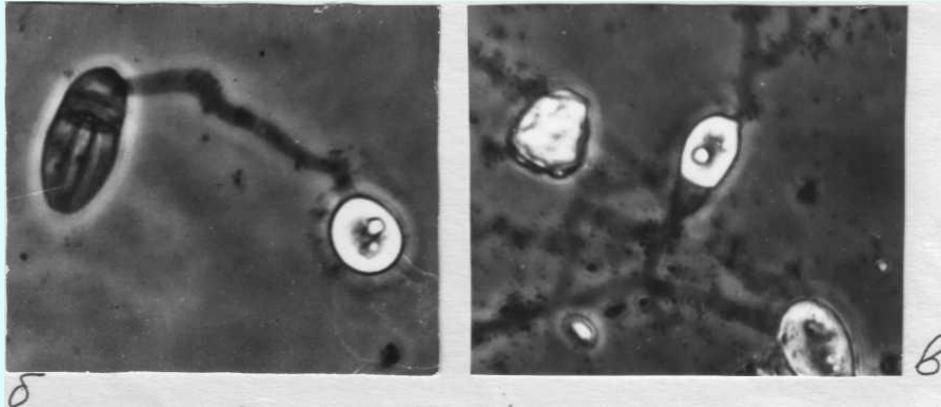
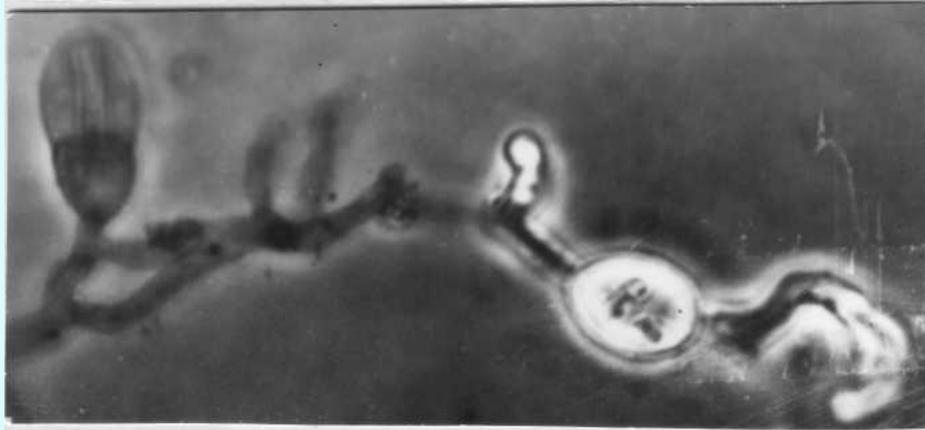
Циста с яйцами и личинки картофельной нематоды



Новый штамм против картофельной нематоды



Изучение особенностей жизнедеятельности хищных грибов в почве позволило установить, что жизненной формой существования их в природе являются хламидоспоры, которые обеспечивают выживание и размножение в экологической нише, связанной с нематодами



Конидии в почве



Глубинный мицелий в почве

Формирование хламидоспор у штаммов рода *Arthrobotrys* при внесении в почву конидий и мицелия, полученных в культуре

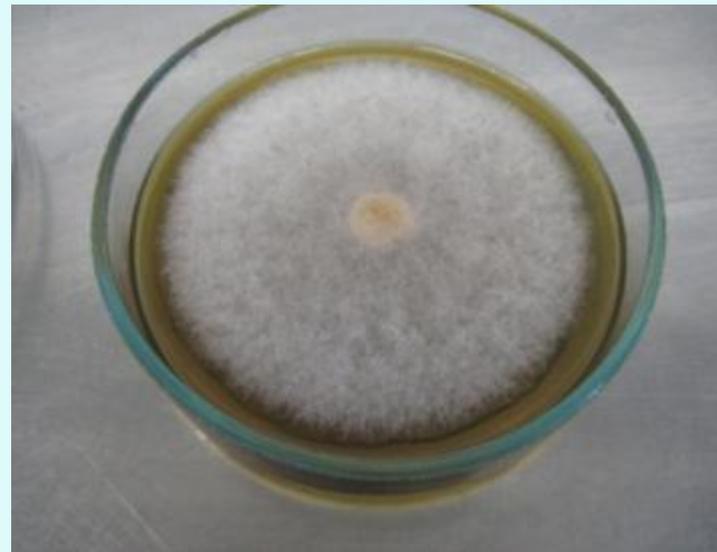


Обоснованы и разработаны способы получения жидкой и сухой форм препарата на основе эффективных штаммов хищных грибов. В настоящее время совместно с фирмой AgraQuest (США, Калифорния) дорабатываются технологический регламент и рецептура препарата. Проводятся совместные испытания.





Глубинная культура в
вихревом биореакторе



Культура *D. flagrans*
на агаризованной среде





Получение сухой формы препарата на вермикулите



1



2



3

- 1 – Вспученный вермикулит
- 2 – Мицелий хищного гриба на вермикулите
- 3 – Хламидоспоры на частицах вермикулита, $\times 100$ (титр 3×10^6 спор/г)

Урожайность огурца и томата после обработки почвы препаратом хищных грибов, ц/теплицу

№ теплицы	Обработка почвы	Урожайность огурца, план	Урожайность огурца, факт	Урожайность томата, план	Урожайность томата, факт
51	Препарат хищных грибов	160,0	229,9	30,0	33,6
47	Пропаривание и обработка ДД	232,5	201,1	30,0	28,4
37	Пропаривание	232,5	142,7	30,0	25,8

Урожай огурцов в опытной теплице превышает плановый на 43,7 % и фактический теплицы, где было проведено пропаривание и обработка нематцидом, на 14,3 %, а теплицы с одним пропариванием – на 61,1 %.

Во втором обороте также наблюдается превышение урожая томата в опытном варианте по сравнению с планом на 12,0% и по сравнению с вариантами, где проводилась обычная обработка почвы – на 18,3 % и 30,6 %.

Испытания биопрепарата на огурцах в теплице Новосибирского метрополитена



Общий вид опыта



На переднем плане опытные растения, на
заднем – контрольные (низкого роста)

Испытания жидкого биопрепарата в совхозе Суховский (г. Кемерово, 2006) на огурцах



Опытная теплица



Контрольная теплица



05.16.2006 09:38



45
05.24.2008 08:17



Основные выводы по испытаниям препаративных форм хищных грибов против паразитических нематод растений:

- В 2001-2008 гг. работа в области биологической защиты растений проводилась по проекту АФГИР (США , RBO-11029). Основные практические результаты этой работы:
- - проведены комиссионные испытания биопрепарата в Новосибирске, Барнауле, Кемерово, Краснодаре на разных культурах (огурец, томат, картофель, земляника, цветы) против галловых, цистообразующих и стеблевых нематод;
- - снижение зараженности почвы в теплицах под влиянием препарата достигает 86%, прибавка к урожаю на примере огурца составляет 2 кг на 1 м² и более;
- - снижение зараженности картофельной нематодой у восприимчивых сортов составляет 52-70 %, урожайность картофеля повышается в 1,5-2 раза;
- - биопрепарат оказывает нематофаговое действие на стеблевую нематоду земляники. Число нематод в листьях, по сравнению с контролем, сокращается от 2 до 17 раз в зависимости от дозы и формы препарата. Одновременно увеличивается на 5-17 % в урожае фракция крупных ягод;
- - установлено стимулирующее влияние биопрепарата на рост и развитие растений;
- - установлено пролонгированное действие биопрепарата в трех оборотах на примере растений огурца (галловые нематоды) и земляники (стеблевая нематода).
- Совместно со специалистами Института ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СО Россельхозакадемии начаты исследования по оценке эффективности нематофаговых грибов против гельминтозов животных, которые показали их высокую эффективность.



Лабораторные опыты на личинках гельминтов лошадей, маралов и овец

- Паразитарные болезни животных могут представлять опасность и для людей. Сточные воды животноводческих хозяйств могут содержать яйца аскарид, токсокар, власоглава и др..
- Хищные грибы в окружающей среде воздействуют на личинки и яйца нематод, прерывая цикл размножения паразитов и не оказывая при этом отрицательного воздействия на другие организмы.
- Исследования, проведенные *in vitro*, свидетельствуют о способности хищного гриба *D. flagrans* штамма F-882 используемого в двух препаративных формах - зерна злаковых растений содержащие хламидоспоры, а также в форме 4-х суточной глубинной культуры, содержащей мицелий, улавливать и уничтожать личинок нематод *Elaphostrongylus pauticola* – паразитов маралов, личинок стронгилят ЖКТ овец (остертагии, эзофагостомы, хабертии и гемонхи) . Нематофаговый эффект составил 93-98%.
- Проведены испытания на мышах вивария, показавшие высокую эффективность биологического способа дегельминтизации.



Основные публикации и патенты по хищным грибам

- Гулий В.В., Теплякова Т.В., Иванов Г.М. Микроорганизмы полезные для биометода . - Новосибирск, Наука.,1981. - 271 с. **(Монография)**
- Теплякова Т.В. Биоэкологические аспекты изучения и использования хищных грибов-гифомицетов. – Новосибирск, 1999. – 252 с. **(Монография)**
- Теплякова Т.В., Ефремова Е.А., Рябчикова Е.И. Хищные грибы-гифомицеты-естественные регуляторы численности паразитических нематод животных. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – М., 2005. - № 4 - С. 13-17.
- Ефремова Е.А., Теплякова Т.В., Ананько Г.Г. Лярвицидные свойства глубинной культуры хищного гриба *Duddingtonia flagrans* при элафостронгилезе маралов // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2007. - № 6.
- Теплякова Т.В., Ананько Г.Г. Хищные грибы-гифомицеты против паразитических нематод // Защита и карантин растений. – 2009. – № 6. – С. 22-25.
- Ананько Г.Г., Теплякова Т.В. Факторы, определяющие переход от сапротрофного к зоотрофному типу питания у хищного гриба *Duddingtonia flagrans* // Микробиология. – 2011. – Т. 80. – № 2. – С. 200-206.
- ..Михеев В.Н , Теплякова Т.В. , Ефремова Е.А. , Васильева Е.А., Урютова Л.А. Паразитарные заболевания – актуальная проблема здравоохранения.// Гигиенические аспекты в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения . Сб. статей , посвященных 90-летию службы .-:ООО «Альфа-Порте» Новосибирск ,2012- С.253-262.
- Ананько Г.Г., Теплякова Т.В. Способы повышения эффективности препарата на основе нематофагового гриба *Duddingtonia flagrans* // Карантин и защита растений. - 2010. - № 7. - С. 20-22.
- Теплякова Т.В., Ананько Г.Г. Разработка биопрепарата для защиты от картофельной цистообразующей нематоды // III Международный Форум «БиоКиров-2015» [Электронный ресурс]: сб. материалов: 17–19 сентября 2015 г. Киров, 2015. – С. 106-109.
- **Патент РФ № 2253671, 2004.** Штамм гриба *DUDDINGTONIA FLAGRANS* , проявляющий свойства против галловых нематод растений и паразитических нематод животных и стимулирующий рост и развитие растений
- **Патент РФ № 2366178, 2009.** Способ получения препарата на основе хламидоспор микроскопического гриба для борьбы с паразитическими нематодами растений и животных
- **Патент РФ № 2475531, 2013.** Противовирусное средство на основе штамма нематофагового гриба *Duddingtonia flagrans* F-882.



Основные направления исследований лаборатории микологии по грибам-макромицетам

1. Создание коллекции чистых культур грибов пищевого и лекарственного назначения и разработка технологий их выращивания до плодовых тел



На рынке Сан-Франциско, 2009

- **Культивируемые виды**
- *Agaricus bisporus*, – 37,6%
- *Lentinula edodes* – 16,8%
- *Pleurotus* spp. – 16,2%
- *Volvariella volvacea* – 6,1%
- *Flammulina velutipes* – 4,7%
- *Tremella fuciformis* – 3,2%
- *Hypsizygus marmoreus* – 1,1%
- *Pholiota nameko* – 0,5%
- *Grifola frondosa* – 0,3%
- Остальные – 4,9%

Выход белка на единицу земельных угодий

- Выход белка говядины 63,5 тонн с 1 га
- Выход белка грибов – 567 тонн с 1 га

Усвояемость белков

- грибные белки 70 %
- растительные 68 %
- животные 96,5 %



Выращивание съедобных грибов в контролируемых условиях промышленного производства

На одном из предприятий США по выращиванию шампиньонов во время стажировки Тепляковой Т.В. по грибоводству (Сиэтл, Ostrrom farm, октябрь 1995 г.)





Выделение грибов в чистую культуру



- 1 – Трутовик серно-желтый *Laetiporus sulphureus*, плодовое тело, выделение из ткани гриба.
- 2 – Молодая колония после очистки от микромицетов-контаминантов.
- 3 – Чистая культура на пробирках.



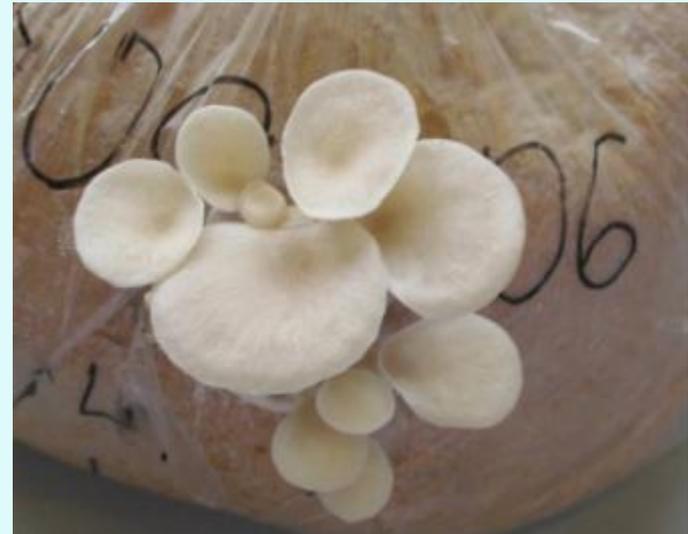
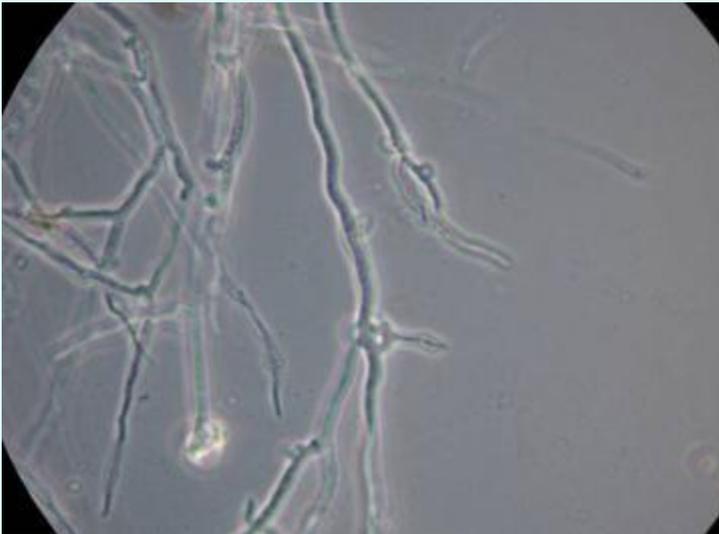
Верификация выделенных видов грибов путем изучения микроморфологических особенностей и образования плодовых тел в культуре



Формирование пряжек на гифах и плодоношение на агаризованной среде у зимнего опенка *Flammulina velutipes*



Вешенка легочная – *Pleurotus pulmonarius*





В коллекции лаборатории микологии хранятся культуры 15 видов съедобных грибов из разных экологических групп. В основном, это виды, выделенные из плодовых тел грибов местообитаний Западной Сибири. Применительно к таким видам грибов, как шампиньон, вешенка, фламмулина, шиитаке, кольцевик апробированы технологии их выращивания на разных субстратах, представляющих собой отходы сельскохозяйственного производства (солома, подсолнечная лузга, шелуха гречки, костра льна).

Выращивание грибов является мало- или безотходной технологией, так как субстрат после плодоношения содержит ценные питательные компоненты и может быть использован в качестве кормовой добавки или стимулятора роста овощных культур.

Данные виды по сокращенной технологии могут использоваться для обогащения грубых кормов, например, соломы для крупного рогатого скота. Такой опыт проводился в НИИ животноводства СО ВАСХНИЛ.

Плодовые тела съедобных грибов, выращенных в контролируемых условиях, кроме пищевого назначения могут быть использованы в получении из них лекарственных препаратов и биологически активных добавок к пище (БАД).



Основные виды съедобных грибов ,
по которым имеются чистые культуры в коллекции лаборатории
и апробированы методы выращивания посевного мицелия и
плодовых тел



Шампиньон



Фламмулина



Вешенка



Кольцевик

- продолжение



Шиитаке



Публикации

- Теплякова Т.В., Утюпина З.Г., Яковлева Л.В. Выращивание съедобных грибов (методические рекомендации). - Новосибирск, 1991. - 55 с.
- Солошенко В.А., Теплякова Т.В. и др. Подготовка соломы к скармливанию микологическим способом. Способы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных в Сибири. – Новосибирск, 1996, С. 80-86.
- Теплякова Т.В., Ведутов В.Ю., Змиевская Е.В. Получение биологически активных добавок к пище на основе культивируемых грибов. Материалы конференции по итогам научно-исследовательской работы за 2000/2001 учебный год (21-22 мая 2001 года), ч. 2. – Новосибирск 2002. – С.142-146.
- Теплякова Т.В., Горбунова И.А., Михайловская И.Н. Выделение в культуру базидиальных грибов из природных популяций юга Западной Сибири и Алтая // Современная микология в России. Тезисы докладов 2 съезда микологов России М., 2008. – т. 2. – С. 113 - 114.
- Теплякова Т.В., Косогова Т.А. Грибы – источник пищи и лекарств. Пища. Экология. Качество. Труды VII международной научно-практической конференции (Краснообск, СО РАСХН, 21-22 сентября 2010 г.). – Новосибирск, 2010. – С. 233-235.
- Теплякова Т.В. В третьем царстве, грибном государстве // Наука из первых рук. - 2010. - 3 (33). - С. 104-113.



2. Разработка лекарственных и профилактических препаратов на основе биомассы мицелия грибов

- Многие грибы проявляют противоопухолевые, противовирусные и иммуномодулирующие свойства. Более 200 видов используются в традиционной медицине Китая, Кореи, Японии и других юго-восточных стран. В России широко известен гриб чага и препараты из него, но природные запасы лекарственных грибов истощаются, поэтому большую актуальность приобретает развитие биотехнологий на основе грибов. Для разработки новых лекарственных препаратов важным является отбор эффективных штаммов – продуцентов биологически активных веществ среди дикорастущих видов грибов.
- Западная Сибирь представляет собой уникальный регион России с высокой концентрацией биоразнообразия и природных ресурсов, в том числе и лекарственных видов грибов. Впервые в данном регионе из природных местообитаний в чистую культуру выделены 90 штаммов 45 видов базидиальных грибов, на основе которых может быть получена биомасса мицелия. Известно, что по содержанию полисахаридов, белков и других ценных компонентов она не отличается от плодовых тел.
- Анализ противовирусной активности 447 образцов (водных экстрактов, полисахаридов, меланинов) из грибов позволил отобрать наиболее перспективные природные штаммы, проявляющие противовирусный эффект в отношении патогенов из коллекции ГНЦ ВБ Вектор: вируса иммунодефицита человека 1 типа, вируса простого герпеса 2 типа, вируса Западного Нила, ортопоксвирусов (вируса натуральной оспы, вируса осповакцины, вируса оспы обезьян), вируса гриппа разных субтипов (Теплякова Т.В., Косогова Т.А. Высшие грибы Западной Сибири - перспективные объекты для биотехнологии лекарственных препаратов. - Новосибирск, 2014. - 298 с.).



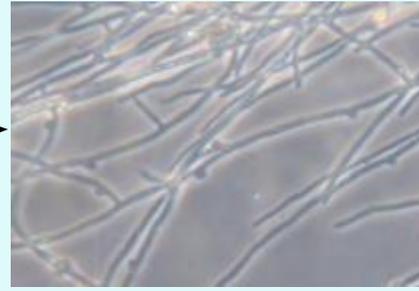
Схемы получения биомассы грибов



Отбор плодовых тел грибов из природных местообитаний



Выделение гриба в чистую культуру



Верификация выделенных видов



Выращивание плодовых тел (по экстенсивной технологии)



Выращивание плодовых тел (по интенсивной технологии)



Глубинное культивирование в ферментере

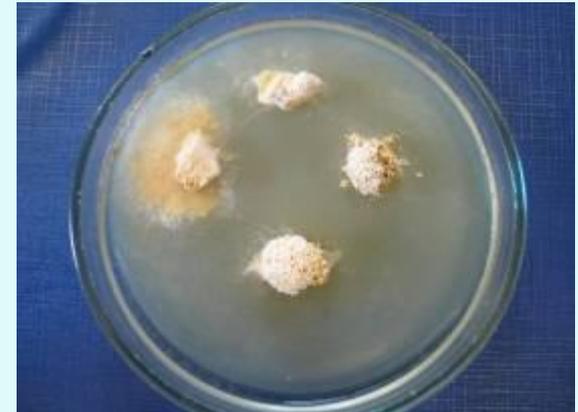


Чага (*Inonotus obliquus*) в культуре

Экстракты из чаги показали самый широкий спектр противовирусной активности . Давно известны ее противоопухолевое действие. Гриб содержит сложный полифенолкарбоновый комплекс (ПФК), включая меланины ,которые обладают радиопротекторным свойством . На основе меланина производят мази и БАДы.



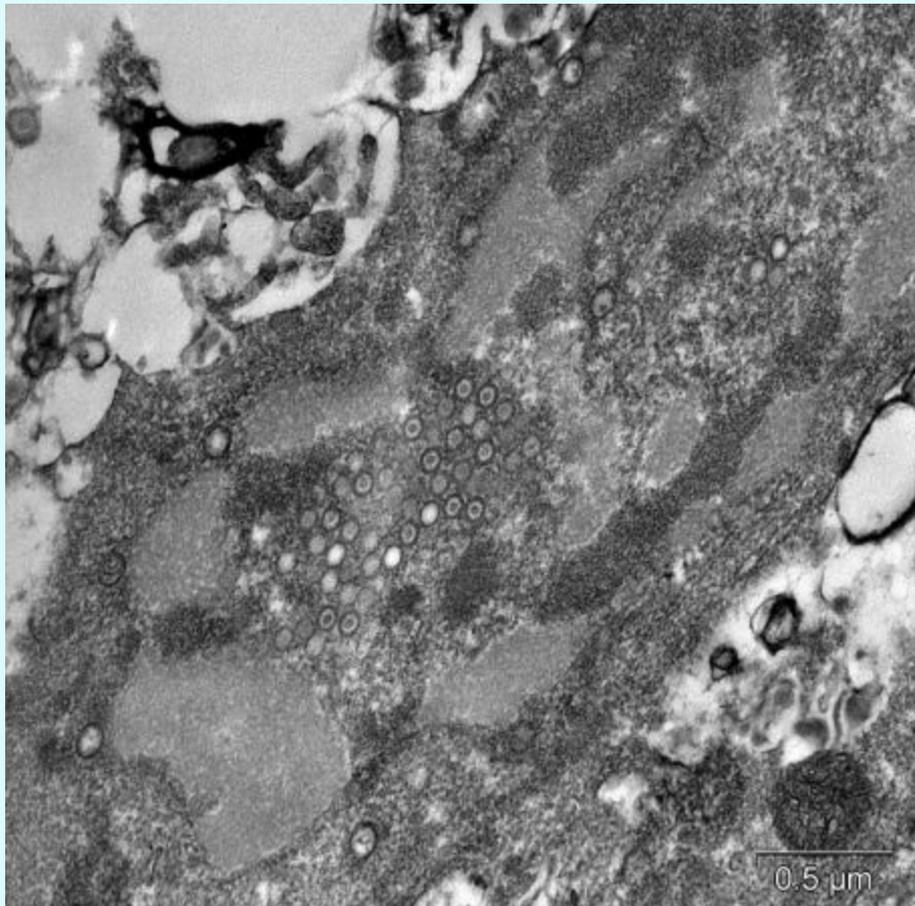
Скелетные (спикулоподобные) гифы



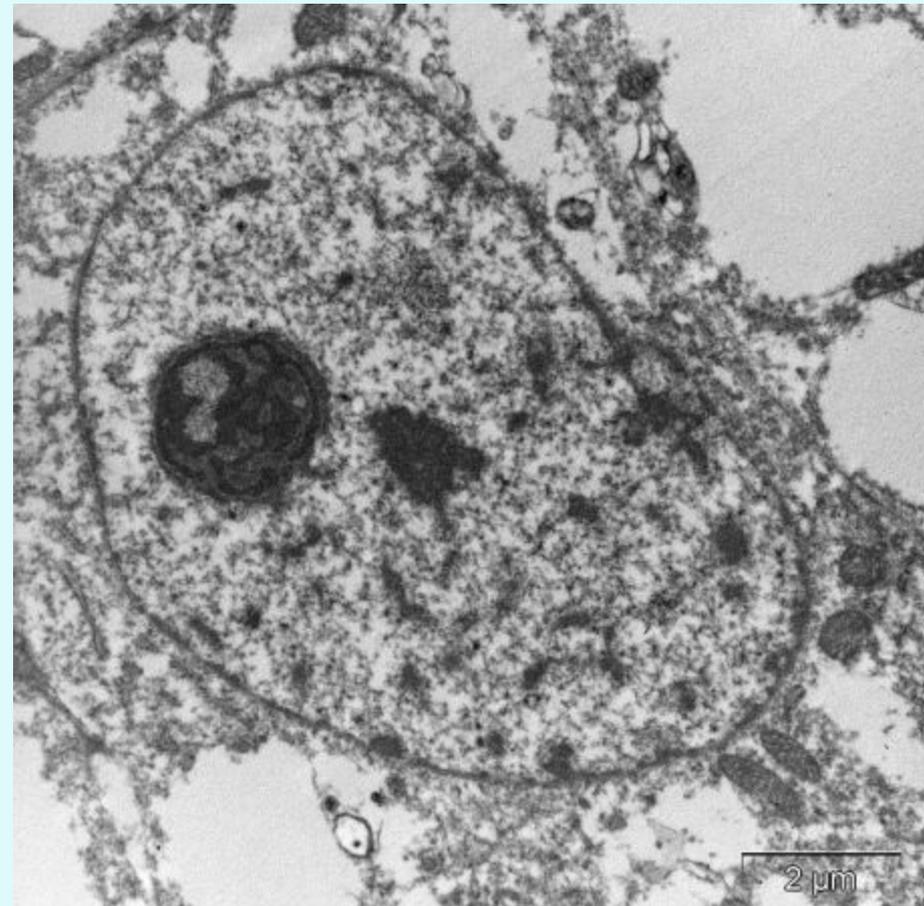
Плодовые тела в культуре



Подавление репродукции вируса герпеса экстрактом чаги



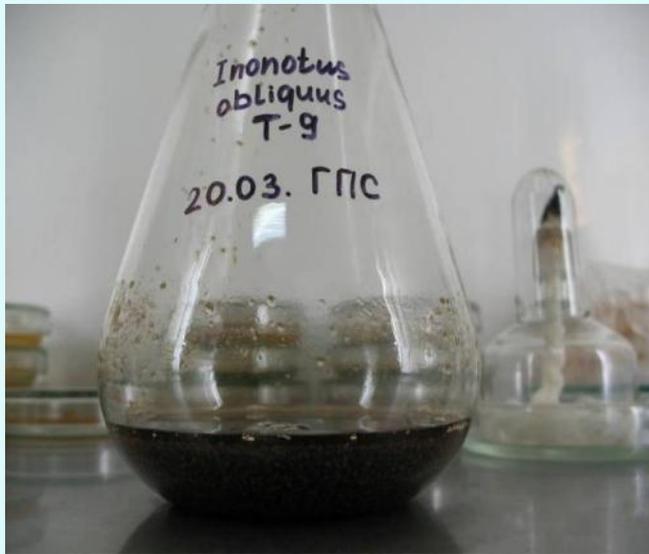
Нуклеокапсиды вируса герпеса и нарушение структуры ядра клетки Vero, «спекание» хроматина», 24 часа после заражением вирусом



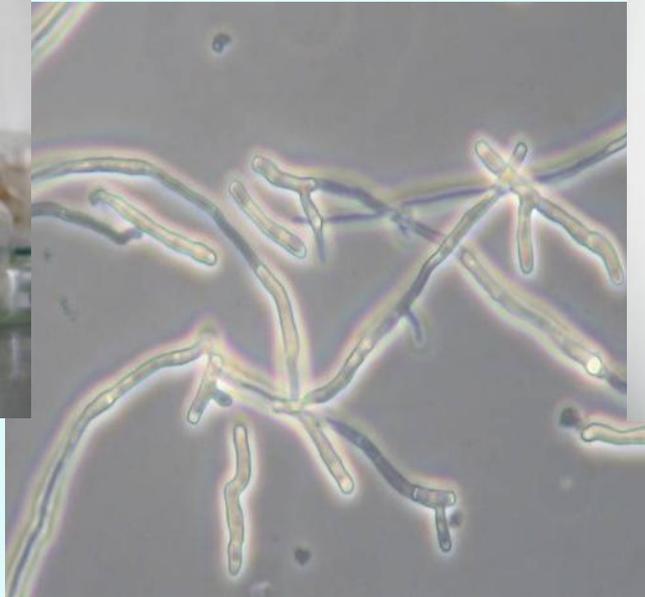
48 часов инкубации после обработки экстрактом, отсутствие признаков инфекции



Получение меланинов на основе штамма *I. obliquus* T-9



Темно-коричневое
окрашивание культуральной
жидкости при росте чаги
на качалке
на 9-е сутки



Появление коричневатых
фрагментов гиф
при выделении меланинов
в культуральную жидкость



Меланины из культуральной
жидкости и биомассы гриба

Выход меланинов из мицелия чаги составил $4,0 \pm 0,1$ г/л по сухому веществу или 20 % от сухой массы мицелия



Публикации и патенты по биотехнологии лекарственных грибов

- Теплякова Т.В. , Косогова Т.А. Высшие грибы Западной Сибири-перспективные объекты для биотехнологии лекарственных препаратов .- Новосибирск, 2014. - 298 с. **Монография.**
- Горбунова И.А., Власенко В.А., Теплякова Т.В., Косогова Т.А., Михайловская И.Н. Ресурсы лекарственных грибов на юге Западной Сибири // Хвойные бореальной зоны. - 2009. - № 1. - С. 12-21.
- Гашникова Н.М., Теплякова Т.В., Проняева Т.Р., Пучкова Л.И., Косогова Т.А., Сергеев А.Н. Результаты исследований по выявлению анти-ВИЧ активности экстрактов из высших базидиальных грибов // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2009. – №2. – С. 170 - 171.
- Кабанов А.С., Шишкина Л.Н., Теплякова Т.В., Пучкова Л.И., Косогова Т.А., Мазуркова Н.А., Скарнович М.О., Сергеев А.Н. Изучение противовирусной эффективности экстрактов, выделенных из базидиальных грибов, в отношении вируса гриппа птиц // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2009. – №2. – С. 185 - 186.
- Разумов И.А., Косогова Т.А., Казачинская Е.И., Пучкова Л.И., Щербакова Н.С., Горбунова И. А., Михайловская И.Н., Локтев В.Б., Теплякова Т.В. Противовирусная активность водных экстрактов и полисахаридных фракций, полученных из мицелия и плодовых тел высших грибов // Антибиотики и химиотерапия. – 2010. – 55. – 9-10. – С. 14-18 .
- Кабанов А.С., Косогова Т.А., Шишкина Л.Н., Теплякова Т.В., Скарнович М.О., Мазуркова Н. А., Пучкова Л.И., Малкова Е.М., Ставский Е.А., Дроздов И.Г. Изучение противовирусной активности экстрактов, выделенных из базидиальных грибов, в экспериментах in vitro и in vivo в отношении штаммов вируса гриппа разных субтипов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2011. – № 1. – С. 40-43.



Публикации и патенты по биотехнологии лекарственных грибов

- Теплякова Т.В., Булычев Л.Е., Косогова Т.А., Ибрагимова Ж.Б., Юрганова И.А., Кабанов А.С., Пучкова Л.И., Бормотов Н.И., Бардашева А.В. Противовирусная активность экстрактов из базидиальных грибов в отношении ортопоксвирусов // Проблемы особо опасных инфекций. – 2012. – Вып. 3(113). – С. 99-101
- Teplyakova T.V., Psurtseva N.V., Kosogova T.A., Mazurkova N.A., Khanin V.A., Vlasenko V.A. Antiviral Activity of Polyporoid Mushrooms (Higher Basidiomycetes) from Altai Mountains (Russia) // International Journals for Medicinal mushrooms. – 2012. – Vol 14. – Issue 1. – P. 37-45.
- Теплякова Т.В., Косогова Т.А., Ананько Г.Г., Бардашева А.В., Ильичева Т.Н. Противовирусная активность базидиальных грибов. Обзор литературы // Проблемы медицинской микологии. – 2014. – Т. 16. – № 2. – С. 15-25.
- Ананько Г.Г., Теплякова Т.В., Бардашева А.В., Ильичева Т.Н. Меланины из глубинной культуры *Inonotus obliquus* и их противовирусная активность в отношении вируса простого герпеса 2 типа // Успехи медицинской микологии. Т. 14. М.: Нац. акад. микол. 2015. С. 384-388.
- Teplyakova T., Kosogova T. Fungal Bioactive Compounds with Antiviral Effect // Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2015. Vol. 3. № 8. P. 357-371. doi: 10.17265/2328-2150/2015.08.001.3.
- **Патент РФ № 2475529, 2013.** Ингибитор репродукции вируса гриппа А на основе базидиального гриба *Phallus impudicus*:
- **Патент РФ № 2475530, 2013.** Ингибитор репродукции вируса гриппа А на основе базидиального гриба *Laetiporus sulphureus*.
- **Патент РФ № 2480227, 2013.** Противовирусное средство на основе меланина.



Грибы – биоиндикаторы уровней загрязнения окружающей среды

Грибы используют для роста и развития многообразные соединения в качестве источников углерода, азота, минеральных веществ. Для питания грибы активно используют ферменты и осмотрофный путь поглощения веществ из внешней среды, поэтому они способны быстро накапливать в себе токсические соединения из окружающей природы. Это облегчает их определение традиционными химико-аналитическими методами.

Грибы интенсивно накапливают тяжелые металлы, они могут аккумулировать Cd, Cu, Zn, Hg и ряд других элементов. Так, например, ртути в них может быть в 550 раз больше, чем в субстрате, на котором они произрастают. В почве присутствуют также радионуклиды, попавшие в нее в результате атмосферных выпадений продуктов испытаний ядерного оружия (^{90}Sr , ^{137}Cs и др.).

В лесном биогеоценозе грибы – чемпионы по накоплению радиоактивного цезия. В среднем в грибах концентрация ^{137}Cs более чем в 20 раз выше, чем в максимально загрязненном слое лесной подстилки и на два-три порядка больше, чем в наименее загрязненной древесине (А.И. Щеглов, О. Б. Цветнова. Грибы – биоиндикаторы техногенного загрязнения. – Природа, 2002. – № 11. – С. 39-46).



Природные съедобные грибы и радиация

- Экспериментальные исследования накопления ^{137}Cs грибами послужили основой для разработки практических рекомендаций. Съедобные грибы природных местообитаний, согласно коэффициентам перехода ^{137}Cs в плодовые тела, разделили на 4 группы, внутри которых эта величина изменяется в два-четыре раза.
- 1) слабо накапливающие: дождевик жемчужный, гриб-зонтик пестрый, опенок осенний - Кп до 5;
- 2) средне накапливающие: подберезовик, рядовка серая, лисичка настоящая, белый гриб - Кп от 5 до 20;
- 3) сильно накапливающие: сыроежки всех видов, груздь черный, волнушка розовая, зеленка - Кп от 20 до 50;
- 4) аккумуляторы радиоцезия: масленок поздний, свинушка тонкая, польский гриб - Кп > 50.



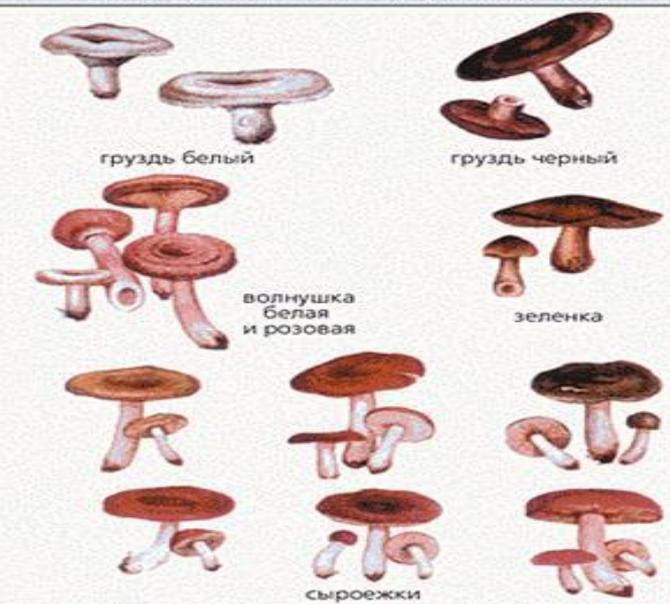
Слабонакапливающие радиоцезий грибы



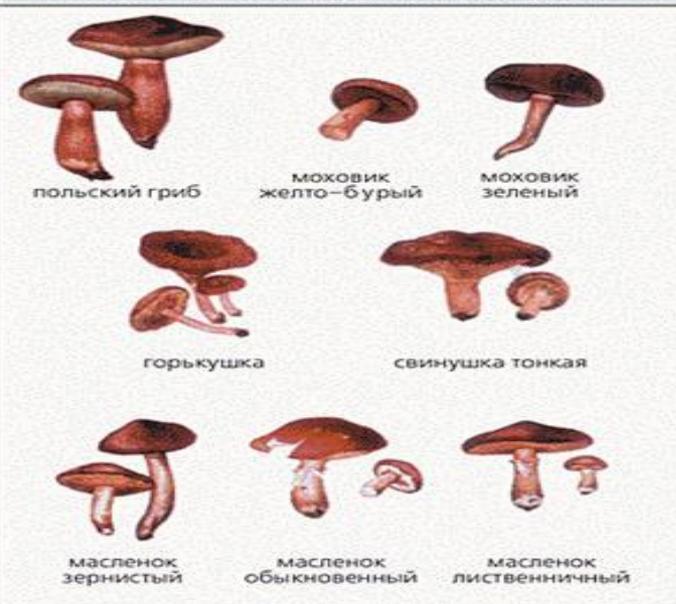
Средненакапливающие радиоцезий грибы



Сильнонакапливающие радиоцезий грибы



Грибы-аккумуляторы радиоцезия





Грибы, лишайники и животные

- В скандинавских странах наблюдаются сезонные пики загрязнения мяса промысловых животных, связанные с потреблением ими грибов.
- Жители северных районов РФ, питающиеся мясом оленя, тоже подвергаются более высокому облучению, потому что лишайник, который употребляют олени в пищу зимой, концентрирует в себе значительные количества радиоактивных изотопов полония и свинца. Следует напомнить, что в лишайниках уживаются два организма - грибы и водоросли.





Микроскопические грибы – индикаторы загрязнений

- Индикаторами изменений в окружающей среде под влиянием радиоактивных загрязнений могут быть не только грибы макромицеты, к которым относится большинство съедобных грибов и трутовиков но и микромицеты, к которым относятся микроскопические грибы(плесени), многие из которых являются патогенными для растений, человека и животных.
- Проведенный анализ распространения патогенных грибов на сельскохозяйственных культурах в Брянской области, пострадавшей от Чернобыльской аварии, показал, что на загрязненной территории (5-40 Ки/км²) патогенные мучнисто-росяные грибы на озимых стали распространяться преимущественно за счет конидиальных стадий, при этом как пшеничная форма, так и ржаная давали восемь поколений за вегетационный период. Преобладание конидиальной стадии в популяции грибов создает условия для быстрого распространения инфекции и развития эпифитотий.
- В изменяющейся экологической обстановке, по мнению авторов, определяющее значение может иметь радиационный фактор, способный усилить микроэволюционные процессы (Г.К. Андросов, В.Ю. Симонов. Распространение патогенных грибов в агробиоценозах различной степени радионуклидного загрязнения в Брянской области. Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 5. – С. 118-122).



Грибы – сорбенты радиоактивных элементов

- Являясь аккумуляторами радиоактивных элементов, грибы могут играть и положительную роль, если использовать их в виде сорбентов. Появляются также данные, что некоторые грибы могут участвовать в превращениях радиоактивных веществ в другие формы. При этом поглощение металлов грибами может происходить не только вследствие адсорбционных процессов, но также и благодаря активному транспорту металлов в клетки.
- Среди грибов, способных к интенсивному поглощению радионуклидов и тяжелых металлов, были рекомендованы **микробицеты** родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Phizopus*. Некоторые виды микробицетов целесообразно использовать при биоиндикации антропогенных воздействий, так как они могут чувствительно реагировать на определенные антропогенные факторы или, напротив, являются к ним высоко резистентными и даже могут накапливать загрязняющие вещества. Например, известно, что встречаемость микробицета *Raecilomyces lilacinus* часто может увеличиваться в почвах при загрязнении кадмием. Но в последнее время все большее внимание уделяется изучению в качестве потенциальных биосорбентов высших базидиальных грибов (**макробицетов**), что может объясняться их меньшей патогенностью для человека. Была продемонстрирована перспективность использования щелелистника (*Schizophyllum commune*) для очистки от урана, *Phanerochaete chrysosporium* – от кадмия (Н.А. Куликова, О.И. Кляйн, Е.В. Степанова, О.В. Королева. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты (Обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – т. 47. – № 6. – С. 619-634).
- Способностью аккумулировать наиболее широкий спектр тяжелых металлов обладают грибы-макробицеты родов *Pleurotus*, *Trametes* и *Phanerochaete*, что делает представителей этих родов наиболее перспективными с точки зрения использования в технологиях биологической очистки субстратов от тяжелых металлов.



Возможные направления НИР по радиационной экологии

- **В отделе биофизики и экологических исследований ГНЦ ВБ Вектор есть все необходимые условия и оборудование для проведения исследований по радиационной экологии.**
- Есть опыт работы по изучению загрязнений от выбросов Новосибирского оловокомбината, в т. ч. с присутствием радиоактивных элементов.
- Есть все необходимое оборудование и большой опыт исследований аэрозолей воздуха на разных высотах.
- Разработан уникальная математическая модель определения параметров источников выбросов, в Реестре математических программ РФ зарегистрирован пакет программ для решения обратных задач по восстановлению характеристик источника (по результатам измерений в реальных условиях).
- Есть коллекция культур грибов (макро- и микромицетов), условия для их культивирования . Могут проводиться работы по биоиндикации токсичных элементов в субстратах и на территориях, а также подбору наиболее эффективных штаммов в качестве сорбентов для их очистки. Следует отметить , что в отделе есть также большая коллекция бактерий.
- Могут создаваться лекарственные препараты и БАД, в том числе для быстреего выведения радиации из организма человека и животных, а также для общего оздоровления и профилактики от опухолевых заболеваний.
- Разработан технологический регламент получения меланина на основе эффективного штамма чаги. Пигмент может быть использован при получении препаратов для защиты от радиации.
- На некоторых видах микофильных грибов есть возможность проследить появление токсигенных штаммов под влиянием действия на них токсичных элементов, присутствующих в окружающей среде.



Спасибо за внимание





Информация для связи

- Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии Вектор 630559 р.п. Кольцово, Новосибирская обл.
- <http://www.vector.nsc.ru/>
- Сафатов Александр Сергеевич, д.т.н.
- Зав. отделом биофизики и экологических исследований
- +7-913-927-26-90
- safatov@vector.nsc.ru
- Теплякова Тамара Владимировна, д.б.н., профессор
- Зав. лабораторией микологии
- +7-903-902-10-95
- teplyakova@vector.nsc.ru