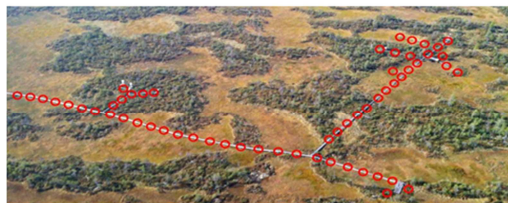


Plot-based survey of macromycetes community in Western Siberia



Nina V. Filippova,
Yugra State University
Khanty-Mansiysk

Наблюдения за макромицетами в лесных и болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири методом пробных площадей

Филиппова Н.В.

Исследования структуры и динамики сообществ макромицетов могут проводиться разными методами, так выделение в культуру и молекулярные методы позволяют получить информацию о нахождении микроскопических пропагул, однако могут быть ограничены в масштабе. Непосредственное наблюдение плодоношений позволяет только косвенно взглянуть на сообщество через появляющиеся на поверхности плодовые тела, однако позволяет охватить большие территории. Плюс такого рода исследования могут иметь непосредственные прикладные задачи, как оценка урожайности ресурсных видов и пр.

В своей презентации я расскажу о программе наблюдений за макромицетами на площадках, остановлюсь на выборе методов, характере полученных данных и их хранении, а также выводах о структуре сообществ которые можно из этого получить.

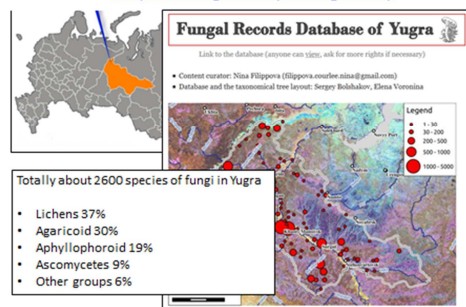
Methods of plot-based inventories



Методы количественного изучения сообществ макромицетов разрабатываются и обсуждаются в большом кол-ве источников. Одним из стандартов на настоящее время является работа Biodiversity of Fungi в которой обобщены протоколы исследований разных групп грибов, в т.ч. макромицетов. В главе Mueller с соавторами приводят общепринятые большинством исследователей в наше время методы сбора и обработки коллекций, а также разные типы учета от маршрутных (качественных) исследований до количественных учетов на площадках. В общих чертах методика последних заключается в использовании серии микро-площадок, заложенных на расстоянии друг от друга внутри выбранного контура. Общая учетная площадь, также как и площадь микро-площадок имеют важное значение для каждой группы грибов. Также важна периодичность и метод учета, сбор и непосредственный учет плодовых тел считается наиболее точным. Рекомендуются величины 1000 м² для учета в лесах, размер микроплощадки = 5 м², а расстояние между ними = 5 м.

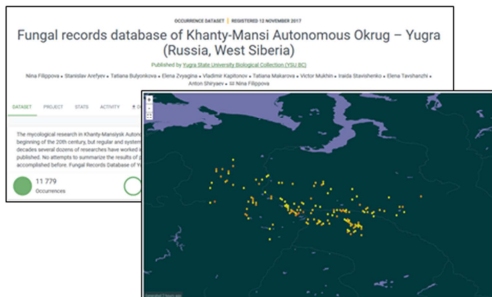
Fungal Records Database of Yugra

<https://fungariumysu.org/fredy>



Перейдем к опыту применения этого протокола на территории ХМАО. Округ расположен в центральной части Западной Сибири, большая часть представлена равнинной территорией, и только на Западе находится специфичный по биоразнообразию Северный и Приполярный Урал. В остальной территории покрыта среднетаежными лесами и их производными, а также значительная часть заболочена. Микологические исследования здесь начались в конце 19 века со сборов ботанических коллекций. В последние десятилетия на территории работали микологи в основном из Екатеринбурга и Тюмени. Появляются свои микологи – сотрудники ООПТ и трех университетов. В прошлом году мы провели ревизию публикаций по микологии на территории ЮГРЫ, в результате которой была составлена база данных находок грибов ХМАО. Всего в 70 работах сообщаются находки о 2600 видов из разных систематических групп (лишайники, преобладают, также большое богатство агарикоидных, афиллофоровых базидиомицетов).

FREDY – publishing the dataset in GBIF



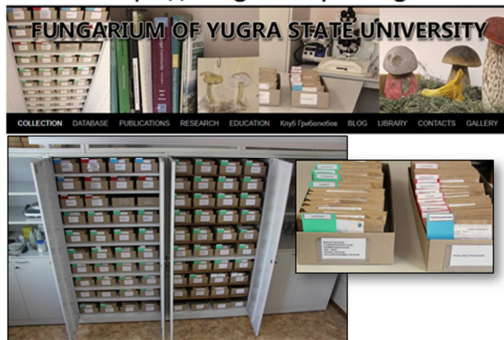
Набор данных о находках видов грибов Югры был загружен в GBIF и вот так выглядит карта распространения точек в этой системе.

Locality



Таким образом, исследования микобиоты на территории ХМАО уже изучались достаточно долго. Меньшей популярностью пользовались постоянные мониторинговые наблюдения, для проведения которых необходимо постоянно работать на территории. Наши исследования начались несколько лет назад в районе г. Ханты-Мансийска. Город находится примерно в центре территории ХМАО, на месте слияния двух крупных рек Обь и Иртыш (на снимке вы видите обширные поймы этих рек). Темно-зеленым цветом на снимке показаны темнохвойные леса, светлее их лиственные производные. Все розовые и бирюзовые цвета это торфяные, преимущественно верховые болота. Поскольку поймы являются довольно специфичными с микологической точки зрения объектами, наши наблюдения остановились на двух типах экосистем: верховые болота (на базе стационара Мухрино ЮГУ) и лесные экосистемы (стационар в пос. Шапша).

<https://fungariumysu.org>



Исследования ведутся на базе Фунгария Югорского университета. Это не официальная структура университета, но у нас есть сайт с информацией о наших проектах и текущих задачах. В коллекции Фунгария хранится около 5000 образцов, с базой данных вы можете познакомиться на сайте. Также здесь есть страница нашего клуба Гриболобов, организованного для объединения усилий любителей-микологов.

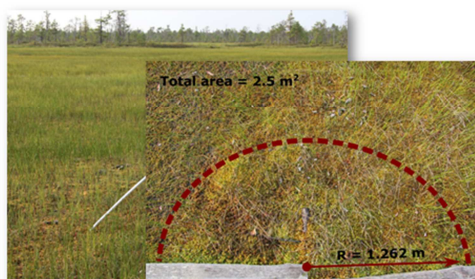
Mukhrino Field Station: **raised bogs**

Total area of sampling = 1385 m², 277 micro-plots 5 m²



Первый объект исследований – верховое болото Мухрино расположен в 20 км к З от Ханты-Мансийска и здесь вот в таком порядке, вдоль тротуаров, заложены микро-площадки для наблюдений за сообществом макромицетов. Тротуары позволяют не вытаптывать покров, что очень быстро происходит на верховых болотах. На стационаре ведутся комплексные исследования болотных экосистем, в том числе есть метеостанция и приборы для изучения потоков углерода. Это облегчает задачу изучения динамики сообществ грибов, поскольку данные об абиотических факторах могут быть получены из других проектов стационара. Руководствуясь протоколом издания Biodiversity of fungi, микроплощадки круглой формы и 5 квадратных метров были заложены на расстройтии 5 м друг от друга. Общая протяженность мостков около 1,5 км что позволяет заложить достаточно площадок чтобы охватить разнообразие типов растительности (всего 277 штук).

Plot-based observations were conducted once a week during vegetation season (2014-2017)

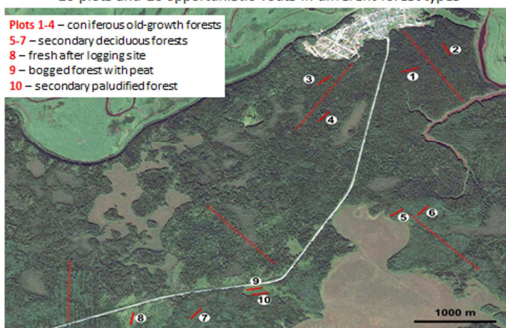


С земли это выглядит следующим образом: я подхожу к метке микро-площадки на мостках, и пользуясь таким циркулем очерчиваю контур полу-круга и считаю плодовые тела всех видов. Затем точно также с другой стороны мостков, получается 5 квадратных метров. На учет всех микро-площадок уходит несколько часов в зависимости от сезона. Таким образом учеты проводятся раз в неделю с 2014 года. Всего в базе данных на настоящее время около 15000 наблюдений микро-площадок, очень много. Однако большая часть наблюдений это отсутствия плодоношений ранним летом или в обводненных топях; тем не менее накапливается достаточно большой материал для дальнейшей статистической обработки.

Shapsha field station:

10 plots and 10 opportunistic routes in different forest types

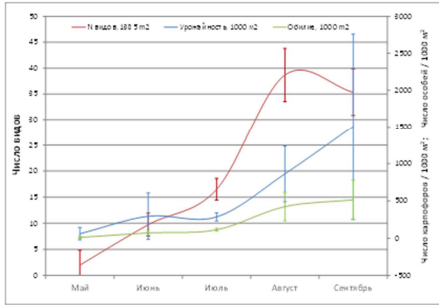
- Plots 1-4 – coniferous old-growth forests
- 5-7 – secondary deciduous forests
- 8 – fresh after logging site
- 9 – bogged forest with peat
- 10 – secondary paludified forest



Следующий объект наших наблюдений – экосистемы первичных и вторичных лесов, а также стадии заболачивания. В районе стационара в пос. Шапша было заложено 10 площадок в разных типах растительности: 1-4 в старовозрастных хвойных лесах, 5–7 во вторичных осиново-березовых лесах, 8 на свежей вырубке и 9-10 в заболоченных лесах.

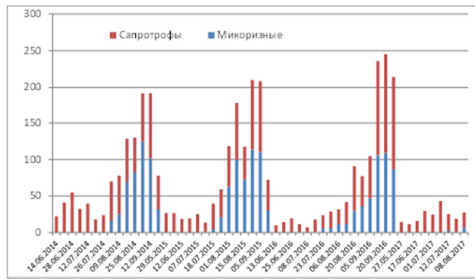
<p>Position of micro-plots: 20 circular 5 m² micro-plots located at a distance 5 m Observations once in 2 weeks (2015-2017) + opportunistic routes 1 km length</p> 	<p>С земли наблюдения на площадке выглядят похожим образом: колышек отмечает центр микро-площадки, которые расположены в ряд через 5 метров, всего 20 микро-площадок на учетную площадь (всего 100 м²). Этой площади конечно недостаточно для сообществ макромицетов лесных экосистем, поэтому когда у нас появятся дополнительные сотрудники или любители-микологи готовые участвовать в учетах, площадь будет расширяться. Сейчас мы частично восполняем этот недостаток проворностями (4 шт. в хвойных и 3 шт. в лиственных; но только по 1 в остальных типах) и дополнительными маршрутными учетами. Последние на карте отмечены пунктиром, расположены непосредственно рядом с площадками и имеют протяженность около 1 км. На этих маршрутах отмечаются только виды и ведется грубая оценка количества. Все площадки и маршруты посещаются с одинаковой частотой примерно раз в 3 недели (5-6 раз за сезон).</p>
<p>Measured parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Productivity of carpophores</u> –N carpophores / 1000 m² • <u>Species richness</u>- N species / 1000 m² • <u>Abundance</u> - N individuals / 1000 m² 	<p>Используя вышеописанную методику учетов можно получить следующие характеристики сообщества: 1) плотность карпофоров на площадь, самый точный параметр поскольку мы учитываем непосредственно плодовые тела, 2) кол-во видов на площадь, тоже достаточно понятный параметр, учитывая то что делать экстраполяцию на площадь здесь можно только пользуясь определенной моделью (непрямая зависимость), 3) последний параметр кол-во особей на площадь мы получаем из условленной величине мицелий наземных макромицетов; так плодовые тела отмеченные на соседних микро-площадках 5 м друг от друга можно считать разными особями. Этими параметрами мы будем оперировать дальше при описании сообщества макромицетов.</p>
<p>Conclusions on community structure and dynamics <u>in raised bogs</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Totally about 70 species • Number of species varied during a particular year was: 47, 55 and 48, average 50 species • Species accumulation curve continued to grow at the end of study (treed bogs have more steeper curve compared to lawns) • Species composition and abundance differ in treed bogs and lawns • About 80 % of total carpophore productivity made by 10 species, most species in the list are rare • Ratio of saprotrophs and ECM species = 4:6 	<p>Приступим к результатам изучения структуры сообществ макромицетов, которые можно получить используя такую программу наблюдений. На примере верховых болот где мы получили данные наблюдений за 4 года я расскажу о количественной структуре и динамике сообщества. Так, всего было выявлено 70 видов. Однако в каждый конкретный год кол-во видов было меньше, в среднем коло 50. Более того, в последний год наблюдений еще появлялись виды не отмеченные в предыдущие годы, т.е. кривая видового богатства продолжала расти. Если построить кривые видового богатства отдельно для разных местообитаний (топей и рямов) то станет очевидно, что в топях видовой состав выявлен полностью и новые виды появляются только в сообществах рямов. Это можно объяснить тем что в целом местообитание рямов более разнообразно, а также большей его доступностью для заносных видов (тогда как условия топей не благоприятствуют проживанию здесь обычной микобиоты). Как уже была косвенно замечено, видовой состав и структура сообществ разных местообитаний верховых болот значительно различаются. Интересное наблюдение на основе количественных учетов можно получить о количественной структуре сообществ макромицетов и конкретно о распределении обилия по классам. Как и в большинстве сообществ организмов, преобладающим классом являются редкие виды. Около 80% плодоношений формирует всего 10 видов-доминантов сообщества. Наконец, по результатам многолетних наблюдений можно получить достоверную оценку отношения разных экогрупп: 6 сапротрофов к 4 ЭМ видам.</p>

Dynamic of three parameters during vegetation season and variation between years



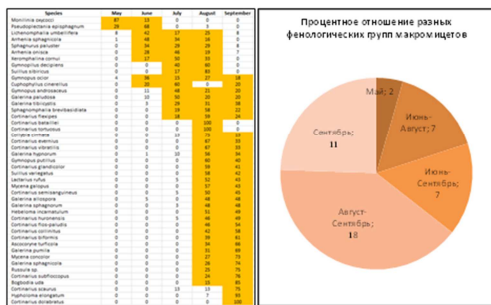
Динамика сообщества может быть как сезонная, так и межгодовая. На этом графике линии показывают изменение трех параметров (плотность карпофоров, кол-во видов и обилие) в течение сезона. Обратите внимание на стандартные отклонения, которые показывают вариацию в значениях этих параметров между годами. Так, самым варибельным оказывается параметр плотности карпофоров тогда как другие меняются меньше. Именно этот параметр будет наиболее чувствителен к климатическим факторам, если будет проводиться поиск таких взаимодействий.

Dynamics of abundance in different ecological groups

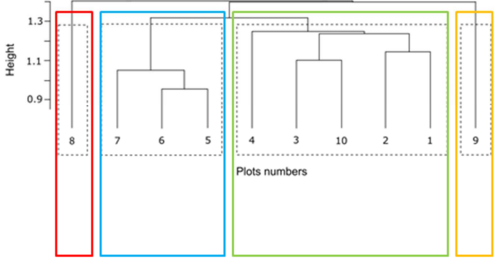


Интересный график получается если показать динамику плодоношения по двум экогруппам: видно что сапротрофы появляются раньше ЭМ видов, а также что обилие последних меньше варьирует между годами.

Phenological groups of macrofungi in bogs



Наконец разные виды плодоносят в разное время, формируя феногруппы: на верховых болотах у нас небольшая группа ранне-летних видов, немного средне-летних, большинство видов плодоносят в конце лета-начале осени.

<p>Conclusions on structure and dynamics of macrofungi communities of different forest types (2015):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 460 species of macrofungi totaly • Total carpophore productivity varied from 154 to 2300 carpophore/1000 m²/visit, with maximum in July • Total species richness varied from 9 to 161 species with maximum in July • About a half of species showed some phenological preference of fruiting time 	<p>Результаты изучения пространственной структуры я покажу на примере лесов, потому что здесь была охвачена большая вариация местообитаний (10 площадок в 5 типах лесов). Всего в лесах был выявлен гораздо более богатый видовой состав, 460 видов в сравнении с 70-ю на болотах. Здесь также в 2015 году отметили параметры сезонной динамики плотности плодоношения и видового богатства (данные последующих лет наблюдений еще находятся в обработке). Для ряда видов были установлены феногруппы плодоношения.</p>
<p>Cluster dendrogram of 10 plots in different forest types:</p> 	<p>Наконец, для выявления пространственной структуры сообществ макромицетов мы применили несколько видов статистического анализа. Так, кластерный анализ на рисунке выделил 2 сильно отличающихся сообщества свежей вырубки и заболоченного леса. Два другие кластера объединили хвойные леса и вторичные лиственные леса.</p>
<p>Results on community dynamics in after-cut succession:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N of species varies insignificantly, while other parameters differ • The community of fresh cut has higher carpophore productivity and dominance of saprotrophs • Secondary deciduous forests have lower carpophore productivity and number of ECM species increases • Old-growth forests have the same carp. prod. but yet higher percentage of ECM species and dominance of Cortinarius spp. among them 	<p>Количественные данные о сходстве и различиях площадок позволили нам описать пути развития сообщества макромицетов вслед за сукцессией. Так в ряду после-рубочной сукцессии кол-во видов не изменяется существенно, однако видовой состав и плотность плодоношения динамичны. Так на свежей вырубке в сообществе доминируют сапротрофы с большей плотностью плодоношений чем на последующих стадиях. Во вторичных лиственных лесах доля микоризных видов растет и достигает максимума в старовозрастных лесах, при этом по сравнению с вторичными в последних увеличивается также доля видов в роде паутинник.</p>

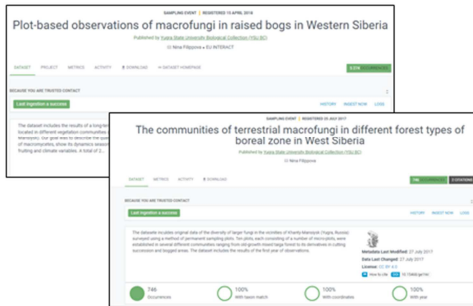
Results on community dynamics during bogging:

- From old-growth forests to bogged forest **composition of ECM species changes first**, while saprotrophs remain unchanged
- Accumulation of peat lead to abrupt change in **community composition** and **lower species richness** and carpophore **productivity**

В ходе сукцессии заболачивания мы можем предположить (хотя число площадок было небольшим) что на первых стадиях заболачивания сильно меняется только сообщество микоризных видов, тогда как состав сапротрофов остается неизменным. При переходе от заболоченного леса к сфагновому видовой состав кардинально меняется, он также становится бедным и плотность плодоношения понижается.

Таким образом на основе такого рода наблюдений мы можем делать выводы о количественной и пространственной структуре и динамике сообществ макромицетов. Конечно, многие характеристики еще предстоит проанализировать и описать; закономерности динамики также будут проявляться по мере накопления рядов наблюдений.

Sampling Event datasets uploaded to GBIF:



На мой взгляд, кроме анализа данных и публикации выводов, ряды таких стандартизированных наблюдений важны также сами-по-себе в плане их совокупной обработки в будущем и получения глобальных сравнений на большие территории, чем предполагает отдельный проект. Функции хранения и распространения данных о глобальном биологическом разнообразии выполняет GBIF. Замечательно, что кроме формата данных для публикации находок и чеклистов, GBIF имеет возможность загружать данные о количественных учетах на площадках (Sampling Event Dataset). В этом случае мы сначала делаем описание площадок и их характеристик, а затем привязываем к этим площадкам сделанные находки видов. Таким образом в этом формате сохраняется экологическая информация о параметрах обитания видов, а также их количестве. Ряды наблюдений за макромицетами описанные в этом докладе были загружены в GBIF в виде двух наборов данных, для лесных и болотных экосистем соответственно. Наборы объединяет общий проект, а также единый используемый протокол по изданию Biodiversity of Fungi. Пока в системе нет наборов данных в формате Sampling Event для макромицетов, но это на мой взгляд является хорошей перспективой для глобального изучения сообществ макромицетов. Благодарю за внимание!