**Комплексная оценка степени дигрессии лесных экосистем**

**с использованием ксилотрофных базидиомицетов как биоиндикаторов**

**Автор:** Ершов Александр, 17 лет, НОУ «Успех», МОУ СШ № 3 г. Тутаев, Ярославская область **Руководитель:** Глазунова Галина Викторовна, педагог дополнительного образования МОУ СШ № 3 г. Тутаев, Ярославская область

Дереворазрушающие грибы связаны с процессами распада леса, каждый вид рассматривается как проявление соответствующего ему фактора распада, численность вида рассматривается как сила этого фактора. Большинство трутовиков имеет широкое биотопическое распространение и их индикаторные свойства проявляются при сопоставлении численности видов.

Значителен вклад грибов-макромицетов в поддержание устойчивости и стабильности природных сообществ. Грибы являются основным, наиболее важным звеном гетеротрофного блока экосистем, осуществляющим процессы биодеструкции и возврата органических веществ в природный круговорот. В лесных биогеоценозах группировки грибов выполняют разнообразные функции, занимают различные эколого-трофические уровни, их видовой состав отличается огромным многообразием. [12] Ярославская область находится в южной части таежной зоны и в основном встречаются хвойные, такие как ель и сосна. Хвойные породы содержат различные смолы, обладающие антисептическим действием. Осина быстрорастущая, но очень недолговечная порода, обычно поражается сердцевидной гнилью. Но в литературе причины поражения не указаны. Установлено, что больше подвергается заражению берёза, чем осина, ель и сосна. У берёзы повислой (или бородавчатой) кора тонкая, отслаивающаяся тонкими пластинками, у старых деревьев ствол в основании имеет глубокие трещины. Возможно, именно поэтому она других пород подвержена заражению спорами грибов. В 2012-13 годах мною был исследован и описан видовой состав ксилотрофных базидиомицетов, произрастающих на всех породах, встречающихся в двух лесных массивах Тутаевского района. Данная работа опирается на материалы исследований 2014-2016 годов о состоянии лесных экосистем по микологической дигрессии. Для исследования были отобраны виды, произрастающие на березе. Для мониторинга была выбрана именно береза т.к. она является эврибионтным лесообразователем.

## Цель: Определить степень дигрессии лесных экосистем с использованием ксилотрофных базидиомицетов как биоиндикаторов.

## Задачи: 1.Рассчитать концентрацию доминирования в сообществе трутовых грибов (по Симпсону). **2.**Рассчитать индекс нарушенности биоценоза (по Симпсону). **3.**Вычислить индекс нарушенности леса по соотношению одновидовых и многовидовых ценоячеек трутовиков. **4.**Рассчитать индекс синантропизации сообщества. **5.**Определить индекс нарушенности биоценоза. **6.**Рассчитать индекс тождественности ненарушенным лесам. **7.**Сопоставить результаты микологической дигрессии с тождественным индексом ненарушенности.

## Методика:

Исследования проводились в октябре с 2012 по 2016 гг. в двух лесных массивах, находящихся на расстоянии 7 километров друг от друга.

Первый лесной массив находится на берегу Волги в районе базы отдыха «Лесное»   
в 7 км. от Тутаева. Лес хвойно-мелколиственный, преобладают хвойные, в основном, ель и сосна. Данный биотоп был пределен как ельник-зеленомошник.

Второй лесной массив находится в районе поселка Артемьево в 14 км. от Тутаева. Лес хвойно-мелколиственный, но преобладают лиственные, такие, как осина, ольха, береза. На окраинах лесного массива обнаружены старовозрастные вязы. Был определен как березово-осиновый вторичный лес разнотравной серии.

Для выяснения особенностей произрастания афиллофороидных макромицетов были заложены 2 площадки в различных биотопах размером 20 х 60м. По методике Дунаева (1999) [15] использовали следующий вариант обследования: сначала площадку проходили по её периметру, отмечая все встреченные экземпляры поврежденных и неповрежденных деревьев, а также упавшие и пни. А затем проходили по диагоналям и зигзагом. Осматривались все деревья (как стоячие, так и валежники) на данной территории.

# Методика исследования по Медведеву А.Г.

Для комплексного микологического мониторинга необходим расчет ряда индексов, отражающих экологическое состояние биоценоза (числовые данные индекса Симпсона округлялись до тысячных значений, других индексов – до сотых).

# Расчет концентрации доминирования в сообществе трутовых грибов (по Симпсону)

Отклонение индекса Симпсона от его значений, рассчитанных для ненарушенных сообществ, может служить критерием оценки степени изменений лесных экосистем, вызванных антропогенным воздействием. [25] Эталонные значения концентрации доминирования в ненарушенных и сильно нарушенных ассоциациях были взяты из работ А.Г.Медведева. [26]

*Где С – индекс Симпсона; n i - число единиц субстрата, на которых обнаружен конкретный вид; N - общее число единиц субстрата в исследуемом сообществе, на которых были обнаружены трутовые грибы; n - общее число видов трутовиков на анализируемой площадке.*

**Расчет индекса нарушенности биоценоза Н1 (по С)**

Данный индекс используется для сравнительной оценки разных типов леса и имеет особый статус, так как основывается на анализе состава трутовых грибов.



*Где Ci – индекс Симпсона, рассчитанный исследователем для изучаемого сообщества; С(естеств.) – индекс Симпсона, эмпирически установленный для ненарушенных лесов данного типа (табличные данные): С (дигрес.) – индекс Симпсона, эмпирически рассчитанный для сильно нарушенных лесов.*

# 

# Расчет индекса нарушенности леса по соотношению одновидовых и многовидовых ценоячеек трутовиков *Н2*

В лесах микоценоячейки в конкретный момент времени чаще всего включают только один вид трутовых грибов. При неблагоприятных условиях ценоячейки приобретают экологическую замкнутость, препятствующую внедрению в нее новых членов, таким образом, можно ожидать, что доля микоценоячеек (*Рi*), содержащих два и более вида трутовых грибов, будет служить индикатором изменений в лесных экосистемах.



*Где Рi – доля многовидовых ценоячеек, рассчитанная для изучаемого сообщества; Р(естестве.) – доля многовидовых ценоячеек в ненарушенных лесах данного типа; Р(дигрес.) –доля многовидовых ценоячеек в сильно нарушенных лесах.*

Для того чтобы определить долю многовидовых ценоячеек необходимо число единиц субстрата, на которых было отмечено несколько видов трутовиков, поделить на общее число учтенных единиц.

# Расчет индекса синантропизации сообщества *Is*

Трутовые грибы по-разному реагируют на повышенную нагрузку. Одни виды исчезают из нарушенных экосистем, другие виды, наоборот, увеличивают свою численность. Медведев А.Г. подразделяет трутовые грибы по отношению к антропогенным факторам на 5 групп. Для любого лесного сообщества можно рассчитать индекс синантропизации сообщества.

*Где Is – индекс синантропизации сообщества; ki – порядковый номер группы; ai - число находок трутовых грибов из данной группы;*

*N - общее число находок трутовиков на исследуемой территории.*

# 

# Расчет индекса нарушенности биоценоза (*Н3*) по индексу синантропизации ( *Is* )

Эталонные значения брались из результатов исследований Медведева А.Г.



*Где Is –  индекс синантропизации, рассчитанный нами; Is (естеств.)– индекс синантропизации в эталонных экосистемах; Is(дигрес.) – индекс синантропизации для сильно нарушенных лесов.*

# 

# Расчет индекса тождественности ненарушенным лесам (*Н)*



Каждый из рассчитанных нами индексов нарушенности биоценоза в разной степени зависит от антропогенных воздействий и абиотических факторов, поэтому, для более объективной оценки изменений лесных сообществ имеет смысл использовать интегральный показатель

# Методика исследования по Арефьеву С.П.

Отдельные учеты проводили в пределах участков леса с приблизительно одинаковыми таксационными характеристиками. Описание лесных участков производили визуально-измерительными методами. В обоих лесных массивах были отобраны виды транскортикальных макромицетов, произрастающих на березе. Учитывалось не только количество видов, но численность каждого встречного вида.

Расчет количественной оценки дигрессии леса проводился по формуле Арефьева С.П.:

*где D — микологический коэффициент дигрессии леса, Ncc — общая численность (экземпляров) слабо специализированных или малохарактерных для березы видов, Nктв — общая численность ксеротолерантных транскортикальных вершинных видов.*

Показатели количественной дигрессии леса могут быть в интервалах от 0 до 1, где 0- полное отсутствие дигрессии, а 1- полное разрушение лесной экосистемы. Результат, выраженный от 0 до 0,1 является экосистемой без дигрессии, от 0,2 до 0,4 является начальной дигрессией, от 0,5 до 0,7 является средней степенью дигрессии, а результат от 0,8-1 является показателем необратимого процесса разрушения лесной экосистемы.[5]

# Результат: Работа опирается на результаты прошлых лет. В прошедшие годы мною был исследован видовой состав ксилотрофных базидиомицетов в данном биотопе, а также рассчитан показатель состояния лесной экосистемы данного биотопа по микологической дигрессии.

## В исследованных лесных массивах на площадках было обнаружено 17 видов, относящихся к 11-ти семействам: *Hymenochataceae*, *Phaelageae*, *Poluporaceae*, *Coriolaceae*, *Fomitopsidaceae*, *Crepidotaceae*, *Ganodermataceae*, *Exidiaceae*, *Poriceae*, *Stereaceae*, *Xylariacea*.

При расчёте микологической дигрессии леса по данным 1 биотопа - БО «Лесное» были получены результаты - **0,3** - исходя из которых можно сказать, что данная экосистема имеет начальную степень дигрессии.

При расчёте микологической дигрессии леса по данным 2 биотопа - Артемьево были получены результаты – **0,6**, что является результатом средней степени дигрессии.

Были проведены расчеты индекса концентрации доминирования в сообществе трутовых грибов (по Симпсону). ***Сi (1)***= **0,961 *Сi (2)***= **0,087**

Далее по расчетам индекса концентрации доминирования был рассчитан индекс нарушенности биоценоза. ***H1(C)1*=** **0,003 *H1(C)2*=** **0,013**

Рассчитан индекс нарушенности леса по соотношению одновидовых и многовидовых ценоячеек трутовиков (*Н2).****PI (1) =* 0,2 *H2(P)1***= **0,410** ***PI (2) =* 0,55 *H2(P)2***= **1,588**

Был произведен расчет индекса синантропизации сообщества (*Is)*, по показателям которого рассчитан индекса нарушенности биоценоза (*Н3*)

***Is (1)***= **0,703 *H3(Si)1*=** **0,593 *Is (2)***= **0,742 *H3(Si)2*=** **0,426**

По данным, полученным из предыдущих расчетов, рассчитан индекс тождественности ненарушенным лесам *(H)*

***H1* =** **0,646 = 64,6% => 64,6%** ненарушенности **=> 35,4%** нарушенности

***H2* =** **0,324 = 32,4% => 32,4%** ненарушенности **=> 67,6%** нарушенности

По методике Арефьева степень микологической дигрессии леса в первом биотопе составляет **0,3**. По методике Медведева нарушенность биоценоза составляет **35,4%**.

Во втором биотопе по методике Арефьева получен результат **0,6**.

По методике Медведева нарушенность составляет **67,6%**.

Из того, что показатели индексов в соответствующих биотопах совпадают, можно сделать вывод о пригодности обоих методов для оценки дигрессии лесных экосистем с использованием ксилотрофных базидиомицетов как биоиндикаторов.

# Выводы:

1. Степень нарушенности в первом биотопе по сравнению с эталонной составляет чуть более **30%**. При расчёте микологической дигрессии 1 биотоп имеет начальную степень дигрессии. Сила разрушения по количественным показателям не большая. Первый биотоп имеет слабую механическую нарушенность, сильную рекреационную нагрузку, наибольшую производительность и спелость древостоя.
2. Степень нарушенности второго биотопа по сравнению с эталонной составила чуть более **60%**. При расчёте микологической дигрессии леса по данным 2 биотопа был получен результат средней степени дигрессии. Сила разрушения по количественным показателям во втором биотопе гораздо больше, чем в первом. Исключение составляет наличие *Fomitopsis pinicola* т.к. его количество меньше чем в первом, что говорит об умеренном уменьшении сомкнутости лесного полога. По количественным данным сила воздействия факторов распада леса гораздо выше во втором, чем в первом. Данный биотоп имеет комплексную антропогенную и механическую нарушенности, недостаточную развитость леса.
3. Данные методы совпадают в результатах, поэтому могу быть использованы для оценки изменения лесных экосистем под воздействием антропогенной нагрузки с использованием трутовых грибов в качестве биоиндикаторов, в том числе на охраняемых природных территориях.

# Список литературы:

* + - 1. Арефьев С. П., Древесные грибы заказников Юга лесостепи зоны Тюменской области
      2. Арефьев С. П., Древоразрушающие грибы в экологическом мониторинге территории нефтяных месторождений Среднего Приобья.
      3. Арефьев С. П., Древоразрушающие грибы заказников подтаежной зоны Тюменской области
      4. Арефьев С. П., Древоразрушающие грибы-Индикаторы состояния леса
      5. Арефьев С. П., Микологические показатели дигрессии леса.
      6. Арефьев С. П., Разработка экологической матрицы грибного сообщества  
         и ее апробация при оценке состояния подтаежных лесов Западной Сибири.
      7. Арефьев С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов /С.П. Арефьев.— Новосибирск: Наука, 2010. —260 с.
      8. Бондарцев А.С.. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа, 1105 стр.
      9. Бондарцев М. А., Пармасто Э. Х., Семейства лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые.-Л.:Наука, 1986.-192 с. - (Определитель грибов СССР: Порядок афиллофоровые; Вып. 1).
      10. Бондарцева М. А., Барсукова Т. Н. и другие, Грибные сообщества лесных экосистем. Том 2 . Под редакцией Стороженко В. Г., Крутова В. И. Москва - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2004.-311с.
      11. Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов.- М.:Наука,1986.
      12. Гаврицкова Н.Н. - Структура микобиоты в рекреационных лесах республики Марий Эл.
      13. Гарибанова Л.В., Сидорова И.И. Грибы, Энциклопедия природы России. М. 1999. Издательство «ABF». 352с
      14. Горленко М.В. Грибы СССР М. 1998.
      15. Дунаев Е.А. Деревянистые растения Подмосковья. Методы экологических исследований, М. 1999.
      16. Комарова Э. П. Определитель трутовых грибов Белоруссии, «Наука и техника», Минск.
      17. Ласуков Р.Ю. Грибы. Полевой справочник-определитель. М. 2011. Лесная страна. Издание 2, изм.,128с.
      18. Марков М.В., Медведев А.Г., Мокроусова И.В. – Программа учебной практики, Тверь, 2014 г.
      19. Медведев А.Г. - Трутовые грибы в экологическом мониторинге лесных экосистем, Тверь 2007.
      20. Медведев А.Г. - Трутовые грибы как индикаторы изменений лесных экосистем под воздействием антропогенной нагрузки, Тверь 2006.
      21. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины, Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993.
      22. Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике в Средней полосе Европейской России.
      23. Степаненко И.И. Лесная типография, М. 1999.
      24. Сумчатые и базидиальные грибы средней полосы России. Атлас-определитель объектов природы России [Электронное издание] – М.: Ассоциация «Экосистема».
      25. Том 2. Грибы (под редакцией М.В Горленко), «Просвещение», М. 1999.
      26. Янсен Пелле. Все о грибах. СЗКЭО «Кристалл», Санкт-Петербург. 2011. 128с

**Приложение**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Семейство** | **Вид** | **Количество в1 биотопе** | **Количество во2 биотопе** |
| Гименохетовые(Hymenochataceae) | Трутовик древесный (Pseudoinonotus dryadeus) | 1 | 4 |
| Плевротовые(Phaelageae) | Вешенка обыкновенная (Pleurotus ostreatus) | 3 | 6 |
| Полипоровые(Poluporaceae) | Трутовик разноцветный (Trametes versicolor) | 3 | 5 |
| Трутовик пахучий (Gloeophyllu odoratum) | 1 | 4 |
| Трутовик березовый (Trametes gibbosa) | 3 | 1 |
| Кортицыевые(Coriolaceae) | Лензитес березовый (Lenzites betulina) | 5 | 6 |
| Даедалеопсис шершавый (Daedaleopsis confragosa) | 2 | - |
| Церрена одноцветная (Сerrena unicolor) | 1 | 3 |
| Пиптопорус березовый (Piptoporus betulinus) | 1 | 4 |
| Фомитопсовые(Fomitopsidaceae) | Трутовик настоящий (Fomes fomentarius) | 10 | 16 |
| Трутовик окаймленный (Fomitopsis pinicola) | 3 | 1 |
| Крепидотовые(Crepidotaceae) | Крепидот мягкий (Crepidotus mollis) | 4 | 3 |
| Ганодермовые(Ganodermataceae) | Трутовик плоский (Ganoderma applanatum) | 2 | 5 |
| Эксидиевые(Exidiaceae) | Эксидия железистая(Exidia glandulosa) | 3 | - |
| Эксидия жемчужная (Exidia nucleata) | 2 | - |
| Пориевые(Poriceae) | Глеопорус двухцветный (Gloeoporus dichrous) | 1 | 4 |
| Стереумовые(Stereaceae) | Стереум жестковолосистый(Stereum hirsutum) | 2 | 3 |
| Ксиляриевые(Xylariacea) | Гипоксилон бурый (Hypoxylon fuscum) | 2 | 6 |