

СЕТЕВОЙ ФЕСТИВАЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ - 2013

(2) Конкурс ученических проектов

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА
МАКРОМИЦЕТОВ НА ПИРОГЕННЫХ УЧАСТКАХ
СОСНЯКА ЗЕЛЕНОМОШНОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «УГРА»**

Алексеев Алексей Сергеевич

*Экологический клуб «Stenus»
ГБОУДОД «Эколого-биологический центр»*

СОШ № 45; 10 класс

Научный руководитель:

Сионова Марина Николаевна –

*к.б.н., доцент
кафедры ботаники, микробиологии и экологии
КГУ им. К.Э. Циолковского*

КАЛУГА - 2013

Аннотация

Видовой состав и структура комплекса макромицетов на пирогенных участках сосняка зеленомошного национального парка «Угра»

Алексеев А.С.

Экологический клуб «Stenus», 10 класс

Описано влияния низового пожара в сосняке зеленомошном на видовое разнообразие и структуру комплексов макромицетов. Отмечено снижается уровень биоразнообразия, упрощение структуры комплексов грибов-макромицетов и увеличения численности грибов - карботрофов.

Введение

В последние годы низовые пожары стали довольно обычным явлением. Вместе с тем они не только наносят огромный социально-экономический ущерб, но и являются одним из наиболее мощных преобразующих факторов для лесных экосистем. Изучение влияния пирогенного фактора - **актуальное** направления изучения воздействия цивилизации на окружающую среду

Сосновые леса наиболее часто подвергаются действию пожаров. При этом затрагивается не только растительность, но и другие составляющие лесных экосистем. При исследовании послепожарных территорий в основном уделяется внимание растительности, большей частью древесной (Лыткина, 2005). Закономерности же пирогенных изменений микобиоты изучены недостаточно. Только отдельные исследователи изучают грибные комплексы, формирующиеся на пирогенных участках лесов. Так, например, Стороженко В.Г. (2008), Химич Ю.Р. и Исаева Р.Г. в своих исследованиях обратили внимание на сообщества ксилотрофных (трутовых) грибов, формирующиеся на участках елового леса с разной давностью пожара.

Вместе с тем, пожар может негативно воздействовать не только на сообщества ксилотрофных базидиомицетов, но и на другие группы грибов (микромицетов и макромицетов), уничтожая мицелий и плодовые тела, изменяя ход внутренних микосукцессий; а также может действовать как фактор, формирующий новые запасы субстрата.

Авторами исследовалось влияние низового пожара в сосняке зеленомошном на видовое разнообразие и структуру микобиоты.

Цель исследования заключалась в изучении влияния низового пожара в сосняке зеленомошном на видовое разнообразие и структуру комплексов макромицетов.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Анализ литературных источников по исследуемой проблеме.
2. Выбор и закладка пробных площадей (ПП) на участках сосняка зеленомошного подвергнутого действию низового пожара и не пострадавшем от него.
3. Проведение полевых исследований и камеральная обработка собранного материала.
4. Выявление и анализ таксономического состава и структуры макромицетов на исследуемых ПП.

Настоящая работа только небольшая часть комплексных исследований влияния низовых пожаров на лесные экосистемы Калужской области, начатых членами клуба «Stenus» в еще в 2007 году. В пирогенных сосняках в окрестностях д. Гордиково кроме микобиоты изучались и другие группы организмов: почвенная мезофауна и растительность.

Характеристика района исследования

Исследование проводилось на территории Воротынского участка национального парка «Угра», Он располагается в восточной части Мещовского ополья, входит в состав Бярятинско-Сухиничской равнины и занимает 4% всей площади НП «Угра» (<http://parkugra.forest.ru>).

Для исследования был выбран участок соснового леса в окрестностях д. Гордиково Перемышльского района Калужской области (рис. 1). Он расположен на правом берегу Жиздры, характеризуется ландшафтами эрозионных равнин Днепровского оледенения, здесь развиты ландшафты моренно-зандровых и сильнорасчлененных эрозионных равнин.

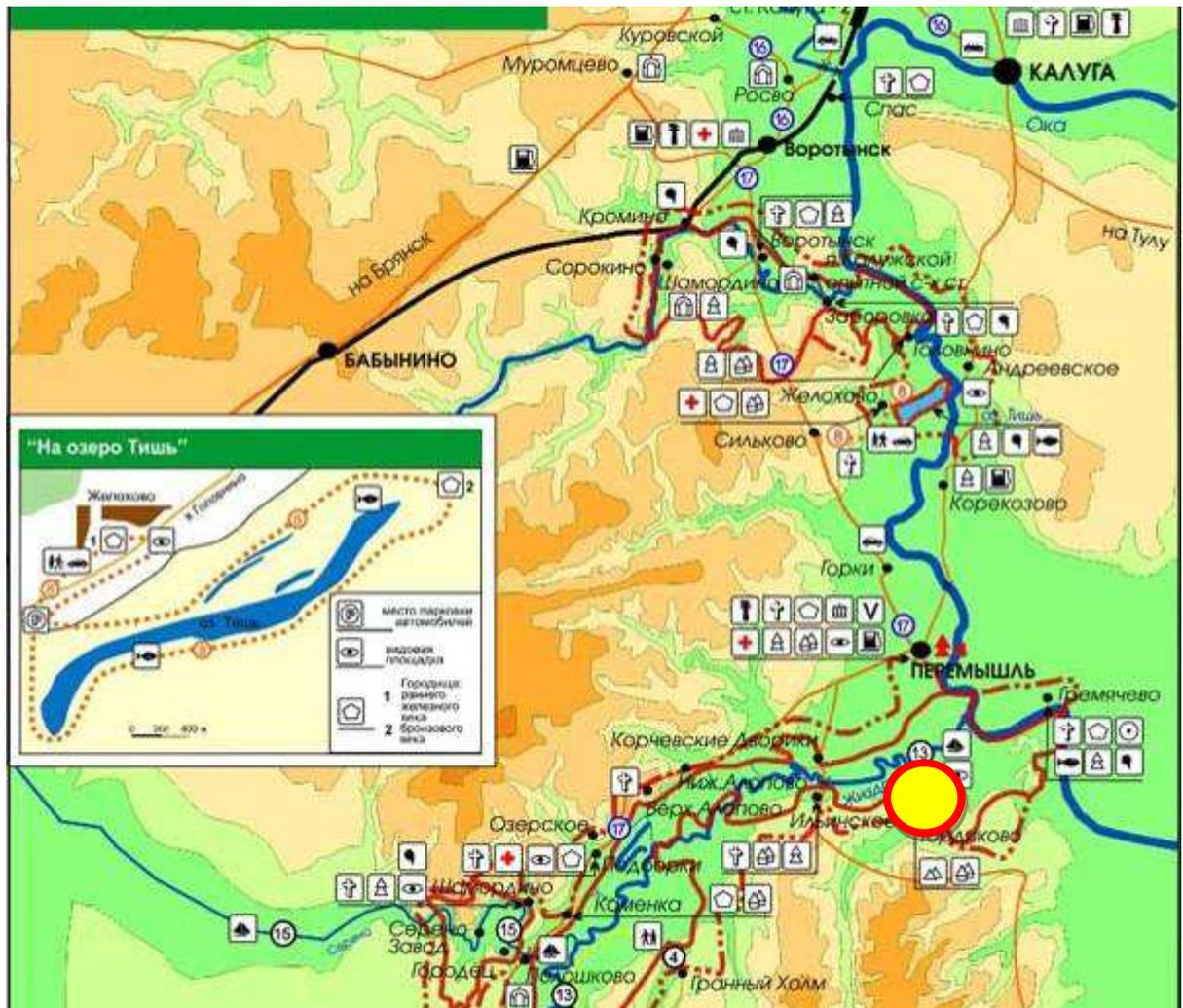


Рис. 1. Место проведения исследования.

Климат района исследований (<http://parkugra.forest.ru.>) умеренно континентальный с четко выраженными сезонами года; характеризуется теплым летом, умеренно холодной с устойчивым снежным покровом зимой и хорошо выраженными, но менее длительными переходными периодами - весной и осенью. Средняя температура воздуха за год положительная, около $4,5^{\circ}\text{C}$. В годовом ходе температур с ноября по март отмечается отрицательная среднемесячная температура, с апреля по октябрь - положительная. Самый холодный месяц года - январь, самый теплый - июль. Весной и осенью характерны заморозки. Весной заморозки заканчиваются, по средним многолетним данным, 8-14 мая, первые осенние заморозки отмечаются 21-28 сентября. По количеству выпадающих осадков (<http://parkugra.forest.ru.>) район исследований территория относится к зоне достаточного увлажнения. За год в среднем

за многолетний период выпадает 650-700 мм осадков. Максимум месячных сумм осадков наблюдается в июле, минимум - в феврале и марте. Образование устойчивого снежного покрова обычно начинается в первую декаду декабря. Число дней со снежным покровом - 130-145.

Зимой преобладает ветер южного направления, летом - северо-западного. Средняя скорость ветра, 3-4 м/с. Наибольшая средняя скорость ветра наблюдается зимой, наименьшая - летом.

Исследуемый участок расположен в пределах надпойменной террасы правобережья р. Жиздра и придолинного зандра. Для него характерны дерново-среднеподзолистые супесчаные и легкосуглинистые почвы.

Материалы и методы

Пробные площади для проведения комплексного исследования пирогенных сукцессий были заложены в апреле 2011 года. Видовой состав и структура макромицетов изучались на трех пробных площадях (рис.2).



ПП_1



ПП_2



ПП_3

Рис. 2. Пробные площади для исследования пирогенных изменений микобиоты в сосняке зеленомошном в окрестностях д.Гордиково (Калужская область).

Первая пробная площадь (ПП_1) располагалась на участке сосняка зеленомошного, пострадавшего в 2010 году от низового пожара. Валежник, подстилка, мох и подлесок здесь выгорели до 1,5-5 метров.

Вторая (ПП_2) – на распаханной вырубке, на месте гари, где в апреле 2011 года были посажены семена дуба.

Третья (ПП_3) –на участке, не затронутом низовым пожаром.

Все ПП располагались на одной трансекте, в пределах каждой общая площадь участков, выделенных для обследования, составляла 500 м² (пять учетных площадок 10x10 м на каждой ПП). Для более полного анализа видового состава дополнительно проводился учет грибов вдоль трансекты и за ее пределами.

Материал собирался в течение всего теплого сезона с начала мая по середину октября с интервалом в 15 дней. Камеральная обработка включала в себя разбор материала, взвешивание грибов, подсчет плодовых тел, определение гербарных образцов, составление базы данных.

Для идентификации образцов использовались специальные определители (Коваленко, 1989; Nordic macromycetes, 1992). В некоторых случаях использовались материалы сайта <http://www.mushroomexpert.com>. Для уточнения видовых названий грибов и их авторов использованы материалы сайта www.indexfungorum.org.

Для обозначения трофических групп использованы следующие сокращения: (Коваленко, 1980, Столярская, Коваленко, 1996):

Сапротрофы:

Fd - на опаде (folia dejecta); **St** - на подстилке (stramentum); **Hu** - на гумусе (humus); **Le** - на древесине (lignum epigaeum); **Lei** - на неразрушенной (lignum epigaeum integrum); **Lep** - на разрушенной древесине (lignum epigaeum putridum); **Lh** - на корнях и погребенной в почве древесине (lignum hypogaeum); **Co** - на коре живых деревьев (cortex); **He** - на ветоши (herba); **M** - на мхах (musci); **Mm** - на плодовых телах макромицетов (macromycetes); **Ex** - на экскрементах (excrementum); **C** - на углях (carbo).

Симбиотрофы:

Mr – микоризообразователи (mycorrhiza).

Паразиты:

P - факультативные на деревьях и кустарниках; на мхах (parasitus)

Характеристика частоты встречаемости по следующей шкале (Светашева, 2004):

Очень редко - единичные находки.

Редко - 2-5 находок.

Нередко - 6-10 находок.

Часто - более 10 находок.

Очень часто - вид встречается постоянно в течение вегетационного периода

Построение диаграмм и графиков проводилось в программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Всего за период исследования было учтено 48 видов макромицетов, т.е. грибов с крупными плодовыми телами (базидиомами), которые хорошо различимы невооруженным глазом (табл.1).

Таблица 1. Характеристика макромицетов, отмеченных на обследованных ПП в сосняке зеленомошном в 2011 году
(Калужская обл., Перемышльский р-н, окр.д. Гордиково)

Род, вид	Трофическая группа	Встречаемость	ПП_1	ПП_2	ПП_3
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Класс ASCOMYCOTA					
Порядок PEZIZALES					
Семейство HELVELLACEAE					
<i>Gyromitra infula</i> (Schaeff.: Fr.) Fr. – Строчок осенний	Ну, Lep	Редко	-	+	-
Семейство PEZIZACEAE					
<i>Geopyxis carbonaria</i> (Fr.) Sacc – Геопиксис угольный	С	Очень часто	+	+	-
<i>Peziza repanda</i> Pers. – Пецица распутившаяся	С	Очень часто	-	+	-
<i>Peziza violacea</i> Pers. – Пецица фиолетовая	С	Очень часто	-	+	-
<i>Peziza echinospora</i> P. Karst.- Пецица шиповатоспоровая	С	Нередко	-	+	-
Семейство RHIZINACEAE					
<i>Rhizina undulata</i> Fr. – Ризина волнистая	С	Очень часто	+	+	-
Класс BASIDIOMYCETES					
Порядок AGARICALES					
Семейство AGARICACEAE					
<i>Cystoderma amiantinum</i> (Scop.:Fr.) Fayod.– Цистодерма аммиантовая	St	Очень часто	-	-	+

<i>продолжение таблицы 1</i>					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Cystoderma grannulosum</i> (Batsch: Fr.) Fay – Цистодерма зернистая	St	Нередко	-	-	+
Семейство AMANITACEAE					
<i>Amanita citrina</i> (Schff.) S.F. Gray [= <i>Amanita mappa</i> Fr.] – Мухомор поганковидный.	Mr	Очень часто	-	-	+
<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Pers. – Поплавок желто-коричневый	Mr	Часто	-	-	+
<i>Amanita porphyria</i> (Fr.) Secr. – Мухомор порфиновый	Mr	Очень часто	-	-	+
Семейство COPRINACEAE					
<i>Psathyrella pennata</i> (Fr.) A. Pearson & Dennis – Псатирелла оперенная	C	Редко	-	+	-
Семейство HYGROPHORACEAE					
<i>Hygrophorus hypothejus</i> (Fr.) Fr. – Гигрофор поздний	Mr	Редко	-	-	+
Семейство STROPHARIACEAE					
<i>Pholiota highlandensis</i> (Peck) A.H.Sro. et Hesler [= <i>P. carbonaria</i> (Fr.: Fr.) Singer; <i>Flammula carbonaria</i> (Fr.) Quél.] – Чешуйчатка гаревая	C.	Очень часто	+	+	-
Семейство TRICHOLOMATACEAE					
<i>Cantharellula umbonata</i> (J.F. Gmel.: Fr.) Singer - Кантареллула зонтичная	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Clitocybe clavipes</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm. – Говорушка булавоногая	St	Редко	-	-	+
<i>Clitocybe vibecina</i> (Fr.) Quél. - Говорушка сероватая	St	Нередко	-	-	+
<i>Collybia butyracea</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm. - Коллибия масляная	St	Часто	-	-	+
<i>Fayodia tauroa</i> (Fr.) Sing. – Файодия угольная	C	Нередко	+	-	-
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.: Fr.) Berk. Et Broome. - Лаковица лаковая, или лаковица розовая	Lep	Часто	-	+	+
<i>Marasmius androsaceus</i> (L.: Fr.) Fr. – Негниючник тычинковидный	St	Очень часто	-	-	+
<i>Muscena epipterygia</i> (Fr.) S.F.Gray. – Мицена скользкая	St	Очень часто	-	-	+
<i>Muscena zephira</i> (Fr.) Kumm. – Мицена ветряная	St	Часто	-	-	+
<i>Strobilurus stephanocystis</i> (Hora) Singer. – Шишколюб увенчанный	St	Часто	-	-	+

<i>продолжение таблицы 1</i>					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers.) S. Lundell - Зеленушка	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schff.: Fr.) Singer - ТрихоломOPSIS желто-красный	Lep	Нередко	+	-	-
<i>Xeromphalina caulicinalis</i> (With.) Kühner & Maire - Ксеромфалина стеблевая	Lep	Очень часто	-	-	+
Порядок BOLETALES					
Семейство BOLETACEAE					
<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.: Fr.) P. Karst. - Желчный гриб	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Gilb. - Польский гриб каштановый	Mr	Очень часто		-	+
Семейство HYGROPHOROPSIDACEAE					
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen: Fr.) Maire - Ложная лисичка	Lh, Lep.	Часто	-	-	+
Семейство PAXILLACEAE					
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr. - Свинушка тонкая	Lep, Mr	Часто	-	-	+
<i>Paxillus atrotomentosus</i> (Batsch) Fr. - Свинушка толстая	Lep, Mr	Нередко	-	-	+
Семейство XEROCOMACEAE					
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.: Fr.) Quel. - Моховик зеленый	Mr	Нередко	-	-	+
Порядок CORTINARIALES					
Семейство CORTINARIACEAE					
<i>Cortinarius croceus</i> (Schaeff.: Fr.) Nøil. - Паутинник шафрановый	Mr	Редко	-	-	+
<i>Cortinarius brunneus</i> (Pers.: Fr.) Fr. - Паутинник бурый	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Cortinarius cinnamomeus</i> (L.: Fr.) Fr. - Паутинник темно-коричневый	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr.: Fr.) Murr. - Гимнопил проникающий	Lep	Нередко	-	+	+
<i>Galerina hypnorum</i> (Schrank: Fr.) - Галерина гипновая	M	Очень часто	-	-	+
<i>Galerina mniophyla</i> (Lasch) Kühner. - Галерина мниелюбивая	M	Редко	-	-	+
Порядок HERICIALES					
Семейство AURISCALPIACEAE					
<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray - Аури-скальпиум обыкновенный	St	Нередко	-	-	+
Порядок RUSSULALES					

окончание таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
Семейство RUSSULACEAE					
<i>Lactarius helvus</i> (Fr.: Fr.) Fr. - Млечник серо-розовый	Mr	Очень часто	-	-	+
<i>Lactarius flexuosus</i> (Pers.) Gray – Млечник извилистый, серушка	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Lactarius mitissimus</i> (Fr.) Fr. Млечник неедкий	Mr	Часто	-	-	+
<i>Lactarius rufus</i> (Scop.: Fr.) Fr. – Горькушка.	Mr	Очень часто	-	-	+
<i>Russula adusta</i> (Fr.) Fr. – Подгруздок черный.	Mr	Нередко	-	-	+
<i>Russula claroflava</i> Grove. – Сыроежка желтая	Mr	Редко	-	-	+
<i>Russula decolorans</i> (Fr.: Fr.) Fr. – Сыроежка сереющая	Mr	Часто	-	-	+
<i>Russula fragilis</i> (Pers.) Fr. – Сыроежка ломкая	Mr	Нередко	-	-	+
Итого:	48		5	10	38

Очевидно, что в ненарушенных пожарами сообществах разнообразие грибов остается на достаточно высоком уровне. На пробной площади №3 отмечено 38 видов макромицетов (рис. 3).

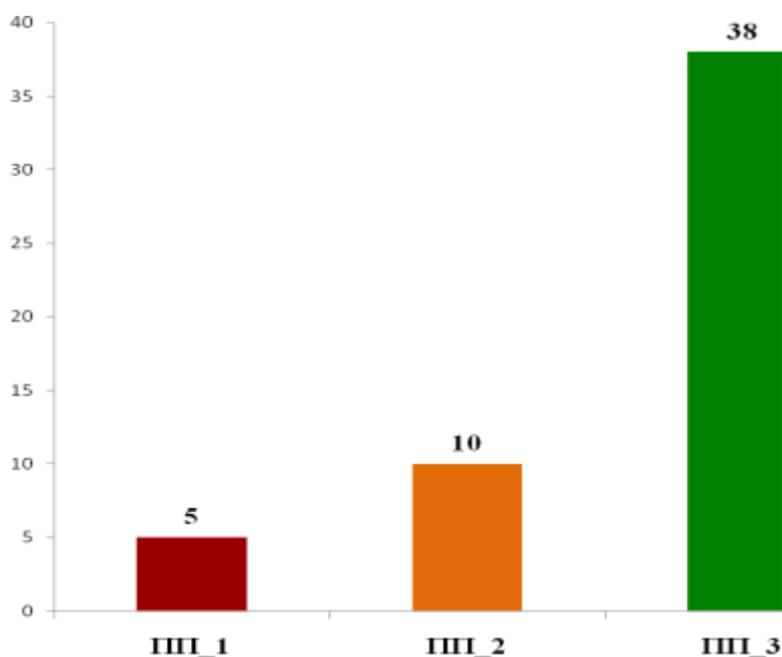


Рис. 3. Видовое обилие макромицетов на пробных площадях в сосняке зеленомошном в окр. д. Гордиково Перемышльского р-на Калужской области в 2011 году (ПП_1 - пирогенный участок с сохранившимся древостоем; ПП_2 – вырубка с перепаханной почвой и посадками дуба; ПП_3 – не затронутый пожаром участок).

На пирогенных участках видовое обилие макромицетов резко снижается. Тем не менее, на пробной площади № 2 оно выше в два раза (10 видов) по сравнению с пробной площадью № 1 (5 видов). Это связано с тем, что вырубка деревьев, распашка верхнего почвенного горизонта, посадка желудей явились дополнительным фактором воздействия, который явился причиной мозаичности микроклиматических показателей. На этой пробной площади плодовые тела макромицетов располагались неравномерно (рис. 4).



Скопления плодовых тел макромицетов в бороздах



Одиночные плодовые тела макромицетов на не зарастающих распаханых участках



Скопления плодовых тел макромицетов около пней

Рис. 4. Варианты распределения плодовых тел макромицетов на различающихся по микроклиматическим условиям участках перепаханной вырубки с посадками дуба (пирогенный сосняк, 2011г, Калужская обл, д. Гордиково)

Наибольшие их скопления наблюдались около пней, а также в бороздах. В бороздах, зарастающих подростом лиственных деревьев, влажность повы-

шена, поэтому помимо карботрофов здесь среди печеночных мхов встречается и микоризообразователь лаковица розовая (*Laccaria laccata*). На оголенной почве отмечены только единичные плодовые тела карботрофов.

На пироженных участках не только снижается видовое обилие макромицетов, но и меняется и качественный состав (таблица 2).

Таблица 2. Видовое богатство семейств макромицетов, отмеченных на обследованных ПП в пироженном сосняке зеленомошном в 2011 году (Калужская обл., Перемышльский р-н, окр.д. Гордиково)

Семейство	ПП 1		ПП 2		ПП 3	
	число	доля, %	число	доля, %	число	доля, %
HELVELLACEAE	-	-	1	10	-	-
PEZIZACEAE	1	20	4	40	-	-
RHIZINACEAE	1	20	1	10	-	-
AGARICACEAE	-	-	-	-	2	5,2
AMANITACEAE	-	-	-	-	3	8
COPRINACEAE	-	-	1	10	-	-
HYGROPHORACEAE	-	-	-	-	1	2,6
STROPHARIACEAE	1	20	1	10	-	-
TRICHOLOMATACEAE	2	40	1	10	11	29
BOLETACEAE	-	-	-	-	2	5,2
HYGROPHOROPSIDACEAE	-	-	-	-	1	2,6
PAXILLACEAE	-	-	-	-	2	5,2
XEROCOMACEAE	-	-	-	-	1	2,6
CORTINARIACEAE	-	-	1	10	6	16
AURISCALPIACEAE	-	-	-	-	1	2,6
RUSSULACEAE	-	-	-	-	8	21

Так, в незатронутом пожаре сообществе ведущими семействами макромицетов являются Рядовковые (*Tricholomataceae*) – 29 % видового обилия и Сыроежковые (*Russulaceae*) – 21% видового обилия. Это соответствует тенденциям данным, полученным при исследовании микобиоты сосновых лесов Калужской области (Сионова, 2005).

На послепожарных участках сыроежковые не представлены совсем, а обилие рядовковых в основном определяется карботрофными видами.

То же относится и к соотношению трофических групп макромицетов на обследованных пробных площадях (рис. 5).

На участке сосняка-зеленомошника, не пострадавшем от пожара, отмечается высокое обилие грибов, образующих микоризу с сосной. Они являют-

ся доминантами. Субдоминантами здесь являются грибы, разрушающие растительный опад, который образует лесную подстилку – стратобионты. Среди мохового покрова встречаются виды, поселяющиеся на мхах (*Galerina hypnorum* и *G.mniophyla*) и виды, питающим субстратом для которых служит разрушающаяся древесина.

Такое соотношение так же не противоречит тенденциям распределения макромицетов по трофическим группам в сосняках зеленомошной группы.

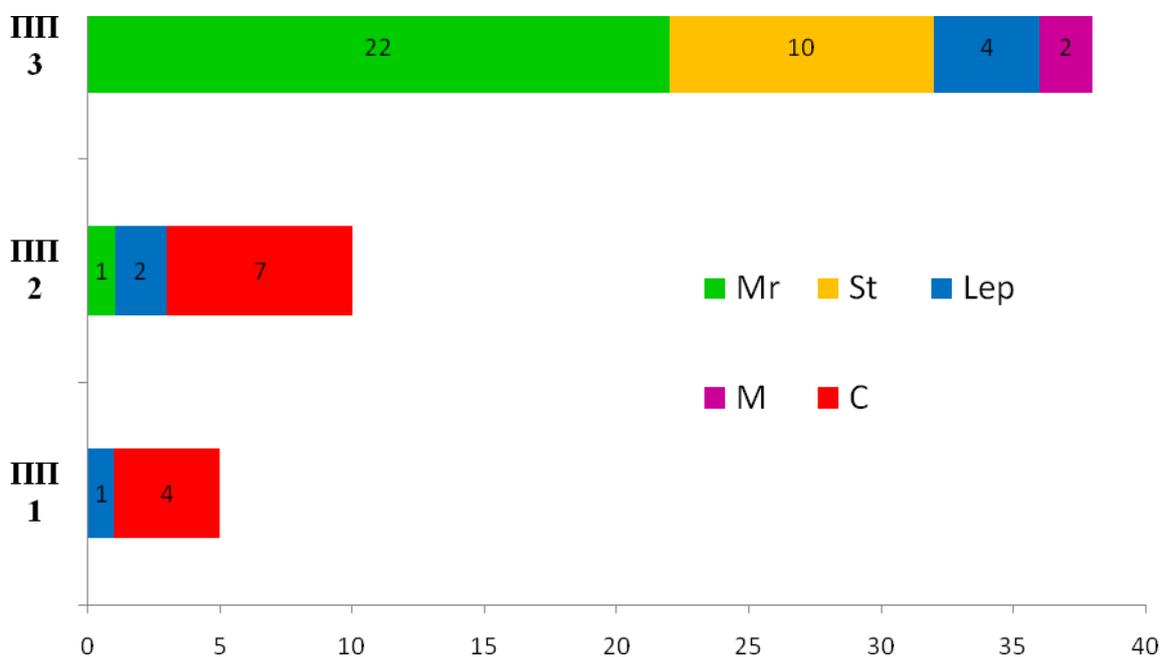


Рис. 4. Соотношение трофических групп макромицетов на пробных площадях в сосняке зеленомошном в окр. д. Гордиково Перемышльского р-на Калужской области в 2011 году (ПП_1 - пирогенный участок с сохранившимся древостоем; ПП_2 – вырубка с перепаханной почвой и посадками дуба; ПП_3 – не затронутый пожаром участок).

Картина меняется на послепожарных участках. Здесь безусловными доминантами являются виды – карботрофы. Карботрофы поселяются на пожарах, старых кострищах. Здесь отсутствуют конкурентные микроорганизмы. Обуглившиеся остатки древесины являются богатой питательной средой, так как содержат чистый углерод с небольшой примесью полимерных углеводов. Виды - карботрофы, отмеченные нами на пирогенных участках сосняка зеленомошного, заселяют выгоревшие участки и в других лесах, то есть не

являются специфичными только для соснового леса. Эти организмы имеют большое значение, так как разрушают обуглившуюся древесину и тем самым подготавливают субстрат к заселению другими организмами.

Численность карботрофов на пироженных участках очень высокая. Можно привести следующие данные, полученные нами в результате подсчета плодовых тел ризины волнистой и чешуйчатки гаревой на учетных площадках пробной площади № 1. Так наибольшая плотность чешуйчатки гаревой составила 60,7 экз./м², а средняя плотность за сезон – 40,2 экз./м². Для ризины волнистой соответственно 5,4 экз./м² и 2,8 экз./м².

Так как на пироженных участках остается небольшое количество не сгоревшей полностью древесины, то вполне объяснимо присутствие здесь видов, специализирующихся на разложении древесных остатков.

Присутствие вида-микоризообразователя на второй пробной площади можно объяснить тем, что этот участок зарастает березой, а лаковица розовая образует микоризу и с сосной и с березой.

Выводы

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Видовое разнообразие макромицетов в сосняке зеленомошном снижается в результате низового пожара.
2. Последовательность заселения гари видами определяется их жизненными стратегиями и степенью мозаичности микроклиматических условий.
3. Воздействие пожара приводит к изменению структуры комплексов грибов-макромицетов в результате чего снижается уровень биоразнообразия. На первой стадии пироженной сукцессии среди макромицетов преобладают виды - карботрофы.
4. В целом, низовые пожары приводят к упрощению структуры комплексов грибов-макромицетов сосняков зеленомошных и унифицированию их видового состава.

Литература

Коваленко А.Е. Определитель грибов СССР. Пор. Hygrophorales. - Л.: Наука, 1989. - 176 с.

Светашева Т.Ю. Агарикоидные базидиомицеты Тульской области. Дис.канд.биол.наук. – М., 2004. – 216 с.

Сионова М.Н. Влияние рекреации на биоразнообразие модельных групп организмов нижнего яруса широколиственных и сосновых лесов Калужской области. Дис.канд.биол.наук. – Калуга, 2005. – 151 с.

Столярская М.В., Коваленко А.Е. Грибы Нижнесvirского заповедника. Вып. 1. Макромицеты (преимущественно агарикоидные базидиомицеты): Аннотированные списки видов. – СПб, 1996. – 59 с.

Nordic Macromycetes / Eds.Hansen L., Knudsen H. -Vol. 2. Copenhagen: Nordsvamp., 1992. 474 p.

Index fungorum - site by Kirk P., Cooper J. www.indexfungorum.org.

Лыткина Л.П. Пирогенные сукцессии растительности в лесах Лено-амгинского междуречья (Центральная Якутия) // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 8 – С. 57-58.

Стороженко, В.Г. Структура и функции грибного комплекса лесного биогеоценоза / В.Г. Стороженко // Хвойные бореальные зоны. – 2008. - № 1-2 – С. 16-20.

Химич Ю.Р., Исаева Л.Г. Состояние еловых лесов бореальной зоны после пожара и ксилотрофные базидиомицеты // <http://forest-culture.narod.ru>

Анкета

ФИО педагога, руководителя ученического проекта	Сионова Марина Николаевна
ФИО участника (или нескольких участников)	Алексеев Алексей Сергеевич
Регион	Калужская область
Полное название ОУ	ГБОУДОД «Эколого-биологический центр»
ФИО руководителя ОУ	Патричная Ирина Андреевна
Почтовый адрес (с индексом) педагога, руководителя проекта	248600, г. Калуга, пер. Старообрядческий д. 4
Электронный адрес педагога, руководителя проекта (e-mail)	stenus@yandex.ru
Название номинации	«Биосфера»: проблемы природных экосистем
Тема проекта	Видовой состав и структура комплекса макромицетов на пирогенных участках сосняка зеленомошного национального парка «Угра»