

**ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ  
АФИЛЛОФОРОВЫХ ГРИБОВ Г. ТЮМЕНИ В СВЯЗИ С ДИНАМИКОЙ КЛИМАТА  
Арефьев С.П.**

ФГБУН Институт проблем освоения Севера СО РАН, sp\_arefyev@mail.ru

**CHANGES OF A SPECIES DIVERSITY AND STRUCTURE OF COMMUNITIES OF  
APHYLLOPHOROID FUNGI OF CITY TYUMEN DUE TO DYNAMICS OF CLIMATE  
S.P. Arefyev**

Regularities of climate change and structure of aphylloroid macromycetes communities on plots of complex monitoring of wood plantings of the city are analysed. At development of a forest stand in the conditions of a droughty warm climatic phase in 2012 (its culmination) in comparison with 2000 in general the increase in a specific diversity (from 15 to 34 species) and quantity of mushrooms is noted (from 35 to 97 myceliums). In abnormal cool damp 2014 these parameters reached the greatest values (40 species, 117 myceliums), the structure of domination and geoelements of communities changed, the diapason of substrates of a number of species extended.

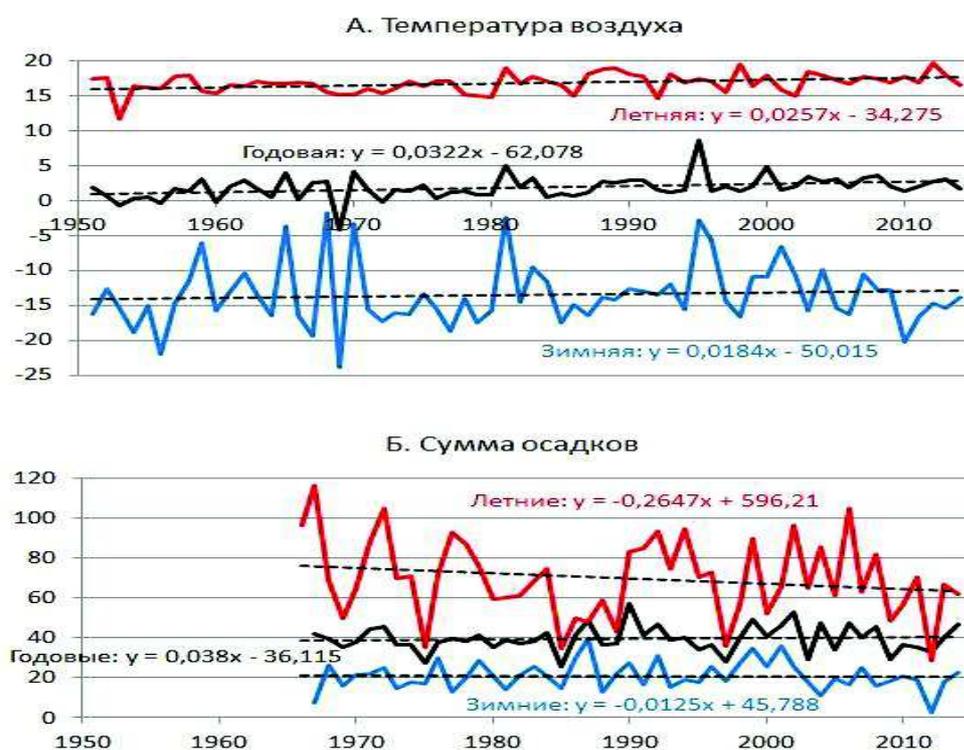
На протяжении XX-XXI столетий в Западной Сибири наблюдалась динамика климатических показателей, связанная с известным феноменом «глобального потепления» и во многом определяющая динамику ландшафтов и биоты [Эколого-географические последствия, 2011]. С некоторыми особенностями эта динамика распространяется и на городскую среду [Арефьев, 2013] (рис. 1). Исследование ксилотрофных грибов в контексте климатического мониторинга весьма актуально, тем более что систематическая практика его невелика [Berglund et al., 2005; Ширяев, 2008; Сафонов и др., 2013].

Город Тюмень находится на юге Западно-Сибирской равнины в пределах подтайги, для которой характерны мелколиственно-сосновые леса, в основном вторичные (вследствие периодических пожаров, размножения патогенов, рубок), испытывающие влияние как антропогенных факторов, так и современных климатических подвижек, в частности недостатка летних осадков на фоне потепления (см. рис. 1).

В 2001 г. для ведения мониторинга древесных насаждений города заложены пробные площади (ПП) по 0,25 га в сосняках (с березой и осинкой) естественного происхождения II класса бонитета в возрасте 60-80 лет, близких по составу и полноте (около 1) [Начальный Этап мониторинга, 2002]. Контрольная ПП-1 «Кучак» зеленомошно-вейникового типа находится в зеленой зоне в 30 км к северу от города. ПП-2 «Гагарина» в северо-восточной его части и ПП-3 «Плеханово» на юго-западной его окраине находятся на территории лесопарков, относятся к разнотравно-малинниковому типу. Данные ПП характеризуются, соответственно, практически отсутствующей, низкой и средней рекреационной нагрузкой (доля видов синантропной флоры в проективном покрытии 1, 10 и 28%). За прошедший период на ПП произошли естественные изменения древостоя, связанные с его ходом роста.

Поскольку описание ксилотрофных грибов проводили в весной 2001 г. по хорошо сохранившимся прошлогодним базидиомам, оно фиксирует их состояние на 2000 г. Делали полный учет афиллофоровых макромицетов (без распростертых однолетников), за 1 условный мицелий принимали 1 дерево (ствол кустарника), погибшее или живое, несущее плодовые тела данного вида гриба независимо от их количества.

За время исследований наблюдались не только погодичные климатические колебания, но и их многолетние тенденции. В целом период вегетации ксилотрофных грибов (май-сентябрь) по общему количеству осадков и среднемесячной температуре воздуха 2000 г. в Тюмени был близок к норме (243 мм, 16° С), в 2012 г. он был аномально засушливо-жарким (98 мм, 18°), в 2014 г. – умеренно прохладным и влажным (247 мм, 15°). С 2002 по 2012 отмечалась тенденция к потеплению (+1,0° на 10-летие) и аридизации климата (-160 мм на 10-летие). Т.о. наблюдения 2012 года пришлись на кульминацию этой тенденции, выход из которой намечался в 2013 г. и отчетливо проявился в прохладно-влажном 2014 г.



**Рисунок 1. Динамика климатических показателей г. Тюмени**

Еще более показательны параметры июля, вносящие наибольший вклад в итоговые параметры биотических процессов года. При многолетней норме 89 мм осадков и 18,8° С в 2000 г. июль был умеренно засушливо-жарким (45 мм, 19,6°), в 2012 г. – аномально засушливо жарким (16 мм, 21,3°), а в 2014 – аномально прохладно-влажным (122 мм, 14,6°) с рекордно низкой средней температурой воздуха за весь вековой период наблюдений (при этом март был рекордно влажным). Таким образом, климатические условия в годы наблюдений были контрастными, что позволяет именно с ними связывать специфику ксилотоценозов 2012 и 2014 гг., когда структура древостоев на ПП почти не изменилась.

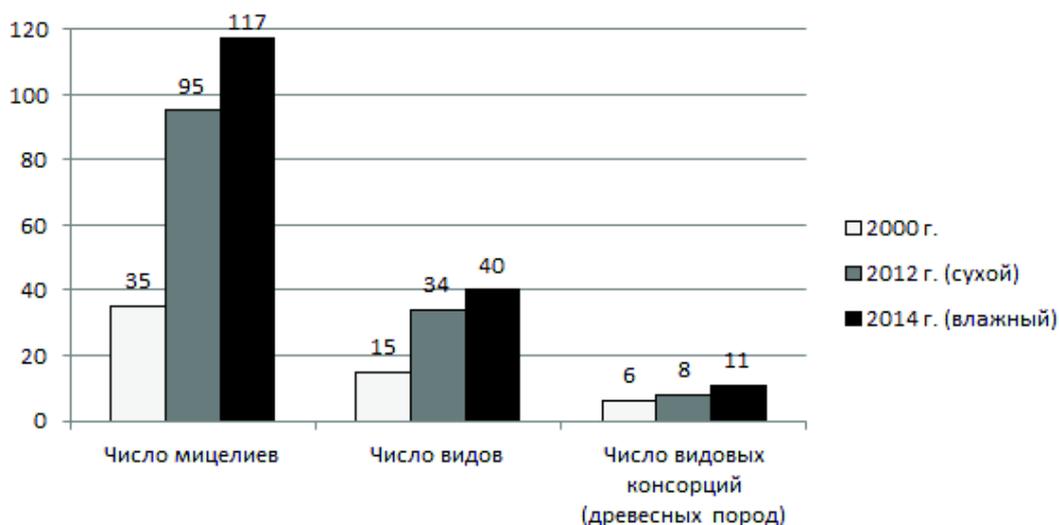
Всего в ходе работ 2001, 2012 и 2014 гг. на ПП отмечено 247 условных мицелиев 47 видов афиллофоровых макромицелиев на 11 древесных породах (табл.), в т.ч. на сосне 14 видов, на березе – 25, на осине – 12, на ивах и яблоне – по 7, на черемухе – 6, на боярышнике и кизильнике – по 5, на рябине – 4, на крушине и бузине – по 1 виду.

Итак, показатели развития ксилотоценозов в 2000 г. были наименьшими как на отдельных ПП (табл., рис. 2), так и в целом (35 мицелиев 15 видов на 6 древесных породах), что отчасти связано с фазой развития древостоев, отличающейся небольшим количеством естественного отпада и слабым развитием подлеска. При этом на контрольной ПП-1, где естественный отпад не изымался в отсутствие фактора рекреации, и на ПП-3, где преобладал отпад из поврежденных человеком деревьев, формальные показатели развития ксилотоценозов были близкими, но качественно разными. На всех ПП преобладали характерные для подтаежной зоны виды грибов, раневых (*Bjerkandera adusta*, *Cylindrobasidium evolvens*, *Stereum sanguinolentum*, *Trametes versicolor*, *T. ochracea*) и типичных для естественно усохших на корню деревьев (виды рр. *Daedaleopsis*, *Trichaptum*) [Арефьев, 2010].

В аномально засушливом 2012 г. показатели развития ксилотоценозов в целом значительно увеличились (95 мицелиев 34 видов грибов на 8 древесных породах). Увеличение произошло, прежде всего, за счет грибов, характерных для кустарников и усохшего на корню угнетенного подростка лиственных деревьев (виды р. *Daedaleopsis*, *Fomitiporia punctata*, *Piptoporus betulinus*, *Plicaturopsis crispa*, *Schizophyllum amplum*, *Steccherinum ochraceum* и др.). Ценооптимум большинства этих видов приходится на лесостепную зону. На испытывавшей наибольшее воздействие рекреации ПП-3 формальные показатели ксилотоценоза изменились слабо, но появились гнилевые паразиты сосны *Phaeolus schweinitzii* (корневой) и *Porodaedalea pini* (стволовой), индицирующие повреждение и хроническое угнетение деревьев.

**Таблица 1. Численность (числитель) и видовое разнообразие (знаменатель) афиллофоровых макромицетов в 2000, 2012 и 2014 гг.**

Древесные породы	ПП-1 «Кучак» (контроль)			ПП-2 «Гагарина» (слабая рекреация)			ПП-3 «Плеханово» (средняя рекреация)		
	2000	2012	2014	2000	2012	2014	2000	2012	2014
Сосна	3/3	4/3	5/3	–	10/5	9/7	5/3	5/4	10/7
Береза	7/7	18/12	13/10	1/1	14/6	15/11	6/3	4/3	10/8
Осина	1/1	17/9	8/7	–	–	–	–	–	–
Ивы	5/1	13/5	15/6	–	–	–	–	–	–
Яблоня	–	–	–	4/2	6/4	10/6	2/2	1/1	–
Черемуха	–	–	–	–	2/2	5/5	–	–	–
Рябина	–	–	2/2	–	–	–	–	–	2/2
Кизильник	–	–	–	–	–	3/3	–	–	4/3
Боярышник	–	–	–	–	1/1	4/4	1/1	–	–
Бузина	–	–	–	–	1/1	1/1	–	–	–
Крушина	–	–	–	–	–	–	–	–	1/1
Всего мицелиев	16	52	43	5	32	47	14	10	27
Всего видов	11	25	25	3	16	22	7	8	19
Число древесных пород	4	4	5	2	6	7	4	3	5
Число мицелиев на 1 га	64	208	172	20	128	188	56	59	159
Число видов на 1 га	24	35	33	13	31	34	23	23	32



**Рисунок 2. Суммарные показатели изменения структуры грибных сообществ на ПП г. Тюмени**

В прохладно-влажном 2014 г. показатели развития ксилотомиценозов, особенно видовое разнообразие, на ПП еще более увеличились (кроме контрольной ПП-1 Кучак, для которой естественна наибольшая стабильность биотических параметров). В целом было отмечено 117 мицелиев 40 видов грибов на 11 древесных породах. Усилилось развитие базидиом грибов на тонких стволах и ветвях (*Bissomerulius corium*, *Datronia stereoides*, *Hapalopilus rutilans*, *Irpexlacteus*, *Oligoporus alni*, *Polyporus varius*, *Postia caesia*, *Skeletocutisnivea*). Увеличилось число трофических связей грибов с древесными породами. Так свойственный лиственным *Steccherinum ochraceum* в 2000 г. был найден на 1 породе, в 2012 – на 3, в 2014 – на 7 (в т.ч. на нехарактерной для него сосне). В 2014 г. примечательны находки таких влаголюбивых таежных видов, как *Gloeoporus taxicola* и *Parmastomyces mollissimus*, отмечено обильное развитие крупных базидиом *Postiafragilis* на сосне (ПП-2 Гагарина).

В связи с климатическим фактором структура доминирования грибов на ПП существенно изменяется. Если в засушливо-жарком 2012 г. в целом преобладали ксеротолерантные *Daedaleopsis tricolor* (11мицелиев), *Plicaruopsis crispa* (7), *Schizophyllum amplum* (7) и развивающийся в

крупных стволах гидротермический эврибионт *Fomes fomentarius* (8) – на березе и осине, то в прохладно-влажном 2014 г. доминантами стали характерный для ив *Fomitiporia punctata* (12), развивающийся на поздних стадиях разложения лиственных пород *Steccherinum ochraceum* (12) и на давно усохших ветвях сосны *Postiacaesia* (8). Примечательно многократное увеличение численности *Hapalopilus rutilans* (с 1 до 7), характерного для тонких стволов и ветвей лиственных. В прохладно-влажных условиях отмечается тенденция увеличения разнообразия и обилия грибов за счет видов, осуществляющих поздние стадии разложения (*Steccherinum ochraceum*, *Postiacaesia*, *Antrodiella semisupina*, *Skeletocutis nivea*, *Junghunia nitida*, *Polyporus varius* и др.).

#### Литература

Арефьев С.П. Климатические факторы в древесно-кольцевых хронологиях города Тюмени // Вестн. Тюменского гос. ун-та. 2013. № 12. С. 34-42.

Арефьев С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.

Начальный этап мониторинга экосистем г. Тюмени и его пригородной зоны / С.Н. Гашев, О.А. Алешина, С.П. Арефьев и др. // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 3. 2002. С. 80-93.

Сафонов М.А., Сафонова Т.И., Каменева И.Н. Многолетняя динамика видовой структуры локальной микобиоты в лесах предгорий Южного Урала // Фундаментальные исследования. 2013. № 10 (часть 3). С. 575-579. URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10001532](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10001532)

Ширяев А.Г. Изменение микобиоты Урало-Сибирского региона в условиях глобального потепления и антропогенного воздействия // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 9. С. 37-47.

Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. М.: МАКСПресс, 2011. 496 с.

Berglund H., Edman M., Ericson L. Temporal variations of wood-fungi diversity in boreal old-growth forests: implications for monitoring // Ecological Applications. 2005. 15. Pp. 970–982.

### ГЕНЕТИКО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКРОМИЦЕТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ

Баранов О.Ю.<sup>1</sup>, Пантелеев С.В., Рубель И.Э.

Институт леса НАН Беларуси, [betula-belarus@mail.ru](mailto:betula-belarus@mail.ru)<sup>1</sup>

### GENETIC AND TAXONOMIC ANALYSIS OF MICROMYCETES BASED ON GENOMIC SEQUENCING DATA

Baranov O.Y.<sup>1</sup>, Panteleev S.V., Rubel I.E.

The increasing quantity and quality of DNA sequence data and decreasing cost of sequencing have given powerful impulse to the application of molecular biology approaches in taxonomy and phylogenetics. In this paper we describe comparison of the previously sequenced native strain of *Phoma* sp.1 with other micromycetes based on the sequences of some genes of virulence, mitochondrial and ribosomal DNA.

В конце XX – начале XXI века данные о последовательности ДНК того или иного организма, полученные в результате секвенирования, стали все шире применяться в различных отраслях биологии и медицины. Несомненным преимуществом использования молекулярно-генетического подхода является то, что исследователь получает доступ к первичной, не измененной на последующих уровнях организации живого информации в виде последовательности ДНК (или РНК у многих вирусов). Это позволило существенно повысить разрешающую способность биологического анализа и проводить исследования на принципиально новом уровне. На сегодняшний день возможна дискретная идентификация и локализация малейших различий в последовательностях ДНК разных организмов, включая любые типы мононуклеотидных мутаций, включая синонимичные замены – не изменяющих аминокислотную последовательность белковых молекул и, соответственно, не выявляемых при анализе полипептидных цепей и, тем более, при анализе фенотипических признаков. Второе важное преимущество современных методов молекулярно-генетического маркирования, – возможность предсказания числа и типа белковых продуктов, их свойств и функ-