

© С.П. АРЕФЬЕВ

Тюменский государственный университет  
sp\_arefyev@mail.ru

УДК 528.28.574.47

## **ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА РЕКРЕАЦИИ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ 2000-2014 ГГ. НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ДРЕВЕСНЫХ ГРИБОВ г. ТЮМЕНИ**

### **INFLUENCE OF RECREATION AND CLIMATIC TENDENCIES OF 2000-2014 ON THE DIVERSITY OF SPECIES AND STRUCTURE OF COMMUNITIES OF WOOD FUNGI IN THE CITY OF TYUMEN**

**АННОТАЦИЯ.** Проанализированы закономерности изменения климата и состава сообществ ксилотрофных макромицетов на постоянных площадях комплексного экологического мониторинга древесных насаждений города Тюмени. Учтено влияние фактора рекреации, фазы развития древостоя и сукцессии грибов в ходе разложения древесины. Всего в ходе работ отмечено 390 условных мицелиев 56 видов макромицетов на 11 древесных породах. В ходе 11-летней засушливо-теплой климатической фазы с кульминацией в 2012 г., в целом отмечено кратное увеличение видового разнообразия и численности грибов на фоне усиления контроля за рекреацией и онтоценогенеза древостоев. В аномальный прохладно-влажный 2014 год. видовое разнообразие и численность грибов достигли максимальных значений, существенно изменилась структура доминирования и состав геоэлементов грибных сообществ, расширились актуальные экологические ниши ряда видов грибов.

**SUMMARY.** Regularities of climate change and structure of xylotrophic macromycetes communities at constant sites of complex monitoring of wood plantings of the city of Tyumen are analyzed. The influence of the factor of recreation, the phase of development of a forest stand and succession of fungi, during wood rotting, is considered. In total, during the research 390 conditional myceliums of 56 species of macromycetes on 11 tree species were noted. During an 11-year droughty and warm climatic phase with the culmination in 2012, in general, the multiple increase in the species diversity and quantity of fungi against strengthening of control of a recreation and an ontocenogenesis of forest stands was observed. In the abnormal cool and damp 2014 the species diversity and quantity of fungi reached the maximum value, the structure of domination and structure of geographical elements of fungi communities significantly changed, actual ecological niches of a number of fungi species extended.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Изменение климата, экологический мониторинг городских насаждений, сообщества ксилотрофных грибов, видовое разнообразие, Западная Сибирь.

**KEY WORDS.** Climate change, ecological monitoring of city plantings, communities of xylotrophic fungi, species diversity, Western Siberia.

На территории Западной Сибири в течение последнего столетия наблюдалась существенная динамика климатических показателей, связанная с известным феноменом «глобального потепления» и во многом определяющая изменение ландшафтов и биоты [1; 2]. С некоторыми особенностями эта динамика распространяется и на городскую среду, не исключая ее грибную компоненту [3; 4]. Биоразнообразие афиллофоровых грибов Уральского федерального округа, на территории которого находится г. Тюмень, составляет порядка 1000 видов [5]. Большинство из них относятся к ксилотрофным грибам и образует сообщества (ксиломикоценозы), являющиеся неотъемлемой частью лесных экосистем, а также индикатором состояния насаждений и условий их произрастания, включая погоднo-климатические [6; 7; 8]. Исследование ксилотрофных грибов в контексте экологического и климатического мониторинга весьма актуально, тем более что систематическая практика его невелика [9; 10; 11; 12; 13]. Так, М.А. Сафоновым с соавт. [13] выявлен 10-летний цикл изменения обилия и разнообразия ксилотрофной биоты Южного Приуралья. Целью настоящей работы является анализ изменений ксилотрофных грибов г. Тюмени в ходе климатических изменений 2000–2014 гг. в условиях рекреации.

**Материалы и методы.** Город Тюмень находится на юге Западно-Сибирской равнины в пределах подтайги, для которой характерны мелколиственно-сосновые леса (*Pinus silvestris*, *Betula verrucosa*, *Populus tremula*), в основном вторичные (вследствие периодических пожаров, размножения патогенов, рубок), испытывающие влияние как антропогенных факторов, так и современных климатических подвижек, в частности, недостаток летних осадков [3].

В 2001 г. для ведения комплексного экологического мониторинга насаждений города заложены пробные площади (ПП) по 0,25 га на участках сосняков (с березой и осиной) естественного происхождения II класса бонитета в возрасте 60–80 лет, близких по составу и полноте (около 1) [14]. 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 окраине находятся на территории лесопарков, относятся к разнотравно-малинниковому типу и характеризуются, соответственно, низкой и средней рекреационной нагрузкой. Соответственно, доля видов синантропной флоры в проективном покрытии ПП составляла 1, 10 и 28%. За прошедший период на ПП произошли некоторые изменения древостоя, в основном соответствующие естественному ходу его роста.

Поскольку описание ксилотрофных грибов проводили в конце апреля — начале мая 2001 г. по хорошо сохранившимся прошлогодним базидиомам, оно фиксирует их состояние на 2000 год. Производили 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. Виды грибов определяли по известным пособиям [15; 16; 17; 17; 19] в системе грибов электронного ресурса Index Fungorum. Данные по климату взяты из ресурсов <http://Aisori.meteo.ru/ClimateR> и <http://pogodaiklimat.ru/monitor>.

В 2004 г. часть древостоя ПП-3 Плеханово (0,08 га), погибла в результате подтопления грунтовыми водами с последующим низовым пожаром. На этом месте возникла вырубка влажного вейникового типа, интенсивно зарастающая

березой, осиной и ивой. Вырубка рассматривается отдельно, а сохранившаяся часть площадью 0,17 га сравнивается с ее состоянием на 2000 год.

Всего в ходе настоящих работ в 2001, 2012 и 2014 гг. отмечено 390 условных мицелиев 56 видов афиллофоровых макромицетов на 11 древесных породах (табл. 1), в т.ч. на сосне — 16 видов, на березе — 32, на осине — 12, на ивах — 8, на яблоне — 7, на черемухе — 6, на боярышнике и кизильнике — по 5, на рябине — 4, на крушине и бузине — по 1 виду (табл. 1). При этом всего в городе выявлено 75 видов афиллофоровых макромицетов [4].

**Результаты и их обсуждение.** За время исследований наблюдались не только погодичные климатические колебания, но и их многолетние тенденции (рис. 1). 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°C), 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 устойчивая тенденция к потеплению (+1,0° на 10-летие) и аридизации климата (-160 мм на 10-летие). Таким образом наблюдения 2012 г. пришлись на кульминацию этой тенденции, выход из которой намечился в 2013 г. и отчетливо проявился в 2014 г. В целом с 2000 по 2014 г. тренд оказался более сглаженным (потепление +0,2°, сумма осадков -56 мм на 10-летие).

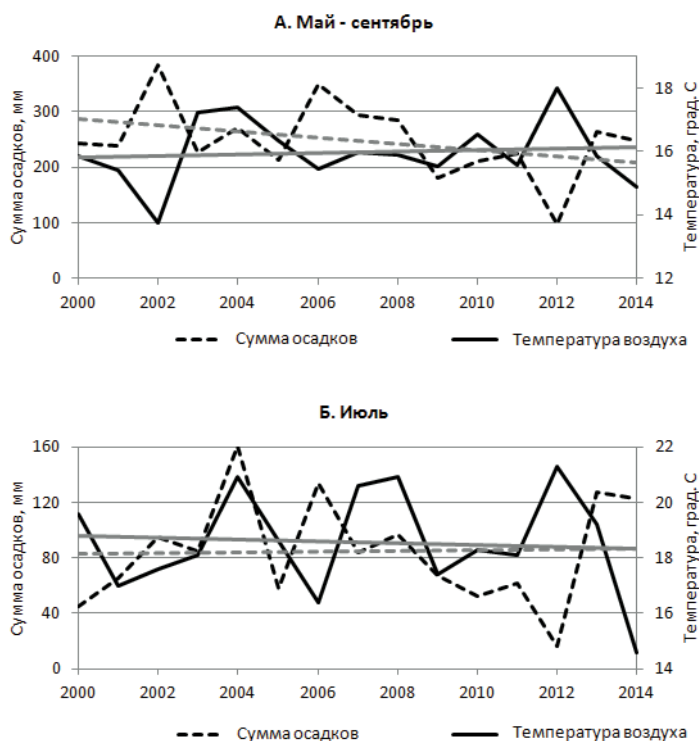


Рис. 1. Многолетняя динамика количества осадков и среднемесячной температуры воздуха в г. Тюмени: А — за весь вегетационный период (май-сентябрь); Б — за июль

Таблица 1

**Численность (числитель) и видовое разнообразие (знаменатель)  
афиллофоровых макромицетов в 2001, 2012 и 2014 гг.**

Древес- ные породы	ПП-1 Кучак (контроль)			ПП-2 Гагарина (слабая рекреация)			ПП-3 Плеханово (средняя рекреация)						Всего (без вырубки)		
							Сохранная часть			Вырубка					
	2000	2012	2014	2000	2012	2014	2000	2012	2014	2012	2014	2000	2012	2014	
Сосна	3/3	4/3	5/3	-	10/5	9/7	8/4	5/4	10/7	12/7	6/3	11/6	18/8	24/11	
Береза	7/7	18/12	13/10	1/1	14/6	15/11	6/3	4/3	10/8	66/12	49/13	14/9	36/15	38/19	
Осина	1/1	17/9	8/7	-	-	-	-	-	-	-	-	1/1	17/9	8/7	
Ивы	5/1	13/5	15/6	-	-	-	-	-	-	-	2/2	5/1	13/5	15/6	
Яблоня	-	-	-	4/2	6/4	10/6	2/2	1/1	-	-	-	6/2	7/5	10/16	
Черемуха	-	-	-	-	2/2	5/5	-	-	-	-	-	-	2/2	5/5	
Рябина	-	-	2/2	-	-	-	-	-	2/2	-	-	-	-	4/4	
Кизиль- ник	-	-	-	-	-	3/3	-	-	4/3	-	-	-	-	7/5	
Боярыш- ник	-	-	-	-	1/1	4/4	1/1	-	-	-	-	1/1	1/1	4/4	
Бузина	-	-	-	-	1/1	1/1	-	-	-	-	-	-	1/1	1/1	
Крушина	-	-	-	-	-	-	-	-	1/1	-	-	-	-	1/1	
Всего мицелиев	16	52	42	5	34	47	17	10	27	76	63	38	96	116	
Всего видов	11	25	25	3	16	22	8	8	19	22	21	16	34	40	
Расчетное число мицелиев на 1 га	64	208	172	20	136	188	68	59	159	950	788	51	134	173	
Расчетное число видов на 1 га	24	35	33	13	31	34	24	23	32	49	47	22	31	33	

Еще более показательны в этом плане климатические 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 формирования ксилотиобиоты, пришедшиеся на годы наблюдений, были контрастными, что позволяет именно с ними связывать специфику ксилотиобиот 2012 и 2014 гг., когда показатели древостоев на ПП были практически одинаковыми в условиях усилившейся регламентации фактора рекреации и контроля городских властей.

Итак, число учтенных мицелиев и видов ксилотрофных макромицетов в 2000 г. было наименьшим как на отдельных ПП, так и в целом (38 мицелиев 16 видов на 6 древесных породах) (табл. 1), что отчасти связано с фазой развития древостоя, отличающейся небольшим количеством естественного отпада деревьев и слабым развитием подлеска. Довольно близкими формальные показатели развития ксиломикоценоза были на контрольной ПП-1 Кучак, где естественный отпад не изымался в отсутствие фактора рекреации, и на ПП-3 Плеханово, где при наибольшем уровне рекреации образовывался отпад из поврежденных человеком деревьев. При этом на всех ПП преобладали характерные для подтаежной зоны виды грибов из ценогруппировок, механически поврежденных (*Bjerkandera adusta*, *Cylindrobasidium evolvens*, *Plebiopsis gigantea*, *Stereum sanguinolentum*, виды р. *Ttametes*) и естественно усохших на корню деревьев (виды рр. *Daedaleopsis*, *Trichaptum*) [4, 8, 20]. Паразитические ксилотрофы отсутствовали, но на отпаде сосны (стволы, ветви, кора) на всех ПП во все годы наблюдений был обилен *Coniophora arida* с тонкими распростертыми базидиомами, способный переходить внутрь ствола и развиваться в качестве факультативного паразита ослабленных и поврежденных деревьев.

По сравнению с 2000 г. в 2012 г. в силу естественно-ценотических изменений в древесных ярусах, усиления контроля за рекреацией и нарастания тенденции потепления и аридизации климата, приведших к увеличению количества отпада, показатели развития ксиломикоценозов на ПП кратно увеличились (кроме ПП-3 Плеханово, где уменьшилось обилие механически поврежденных древесных субстратов). В целом было отмечено 96 мицелиев 34 видов грибов на 8 древесных породах. Увеличение произошло, прежде всего, за счет грибов, характерных для кустарников и угнетенного под пологом подроста лиственных деревьев, усохшего на корню (виды р. *Daedaleopsis*, *Fomitiporia punctata*, *Piptoporus betulinus*, *Plicaturopsis crispa*, *Schizophyllum amplum*, *Steccherinum ochraceum* и др.). Ценооптимум большинства этих видов приходится на лесостепную зону. Сократилась доля раневых грибов, особенно характерных для начальных стадий разложения древесины (*Cylindrobasidium evolvens*, *Plebiopsis gigantea*, *Lenzites betulina*). Появились грибы, приуроченные к более поздним стадиям (виды р. *Postia* на сосне), а также характерные для крупных стволов *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*. На испытывавшей ранее наибольшее воздействие рекреации ПП-3 Плеханово появились гнилевые паразиты сосны *Phaeolus schweinitzii* (корневой) и *Porodaedalea pini* (стволовой), индицирующие повреждение и хроническое угнетение древостоя.

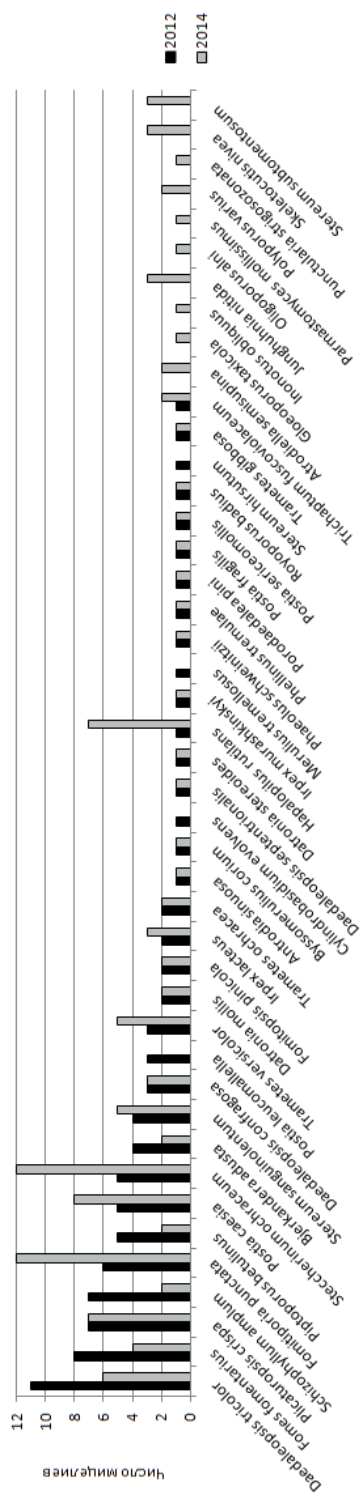
По сравнению с 2012 г. в прохладно-влажном 2014 г. показатели развития ксиломикоценозов, особенно видовое разнообразие, на ПП еще более увеличились (кроме контрольной ПП-1 Кучак, для которой естественна наибольшая стабильность биотических параметров). В целом было отмечено 116 мицелиев 40 видов грибов на 11 древесных породах. Усилилось развитие базидиом грибов на тонких стволах и ветвях (*Bissomerulius corium*, *Datronia stereoides*, *Hapalopilus rutilans*, *Irpex lacteus*, *Oligoporus alni*, *Polyporus varius*, *Postia caesia*, *Skeletocutis nivea*). 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 не характерной для него сосне). В 2014 г. примечательны находки таких вла-

голюбивых таежных видов, как *Gloeoporus taxicola* и редкий *Parmastomyces mollissimus*, отмечено обильное развитие крупных базидиом *Postia fragilis* на сосне (ПП-2 Гагарина).

Всего на ПП за три года обнаружено 139 мицелиев 48 видов ксилотрофных макромицетов. На вырубленной в 2004 г. части ПП-3 Плеханово, площадь которой в 8 раз меньше площади сохранившихся участков, за два года отмечен 251 мицелий 32 видов грибов. По сравнению с 2012 г. в 2014 г. на вырубке произошло некоторое уменьшение показателей ксиломикоценоза: числа мицелиев с 76 до 63, числа видов с 22 до 21. Это связано с уже заканчивающимся разложением грибами порубочных остатков и небольшим количеством отпада в образовавшемся на месте вырубки смешанном молодняке. Вместе с тем в 2014 г. найдено 9 ранее не отмечавшихся там видов грибов, как поздних сукцессоров (*Ganoderma applanatum*), так и влаголюбивых (*Gloeoporus taxicola*, *Xanthoporia radiata*).

Число видов ксилотрофных грибов на ПП находится в тесной зависимости от числа заселенных ими субстратов в соответствии с уравнением регрессии  $y = 9,2\text{Ln}(x) - 14,4$ ;  $R^2 = 0,88$ , что позволило рассчитать число видов на 1 га (см. табл. 1). Видовое разнообразие грибов в среднем по ПП в 2000, 2012 и 2014 гг. составило, соответственно, 22 (16–24), 31 (22–35) и 33 (32–34) вида на 1 га. Если в засушливо-жаркие 2000 и 2012 гг. отдельные ПП существенно отличались по удельному разнообразию грибов, то в прохладно-влажном 2014 г. оно оказалось приблизительно одинаковым на всех ПП. На вырубке в 2012 и 2014 гг. удельное разнообразие ксилотрофных макромицетов значительно выше — соответственно, 49 и 47 видов на 1 га.

В связи с климатическим фактором структура доминирования грибов на ПП существенно изменяется (рис. 2). Если в засушливо-жарком 2012 г. в целом преобладали ксеротолерантные *Daedaleopsis tricolor* (11 мицелиев), *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 *Fomitiporia punctata* (12), характерный для ив и других подлесочных пород, *Steccherinum ochraceum* (12), развивающийся на поздних стадиях разложения лиственных пород, и обычный на давно усохших ветвях сосны *Postia caesia* (8), в сухие годы редко образующий базидиомы. Примечательно многократное увеличение численности *Harpalopilus rutilans* (с 1 до 7), характерного для тонких стволов и ветвей. В прохладно-влажных условиях отмечается тенденция увеличения разнообразия и обилия грибов за счет видов, осуществляющих поздние стадии разложения (*Steccherinum ochraceum*, *Postia caesia*, *Antrodiella semisupina*, *Skeletocutis nivea*, *Junghunia nitida*, *Polyporus varius* и др.).





**Заключение.** Таким образом, фаза развития древостоя, степень рекреационной нагрузки и климатические условия периода вегетации оказывают существенное влияние на состав и структуру сообществ ксилотрофных грибов г. Тюмени, выявляемую посредством учета базидиом. Влияние погодноклиматических условий особенно четко проявляется в календарно близкие годы с контрастными условиями, при соблюдении условия «прочих равных». Установлено, что в 2014 г. с аномальным прохладно-влажным летом по сравнению с 2012 г. с аномально засушливо-жарким летом на ПП г. Тюмени в целом увеличались важнейшие показатели развития ксиломикоценозов — видовое разнообразие и численность грибов. При этом структура доминирования изменилась в пользу влаголюбивых видов, в том числе наблюдаемых в Тюмени впервые (*Parmasomyces mollissimus*). Отчетливо преобладавший лесостепной геоэлемент ксиломикоценозов сменился на приблизительно одинаковое участие лесостепных, подтаежных и южнотаежных видов. Усилилось развитие базидиом макромицетов на мелких субстратах. Расширились трофические связи грибов с древесными породами. Наметилось выравнивание удельных показателей ксиломикоценоза на разных пробных площадях — подверженных рекреации и контролю. На вырубке 2004 г., отличающейся высокими показателями развития ксиломикоценоза, где к 2014 г. завершался процесс разложения порубочных остатков, влияние погодноклиматического фактора также прослеживается, но с учетом сукцессионной стадии разложения древесины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов Л.И. Древесно-кольцевая индикация гидролого-климатических условий в Западной Сибири: дисс. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2011. 231 с.
2. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири / Под ред. Н.С. Касимова и А.В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.
3. Арефьев С.П. Климатические факторы в древесно-кольцевых хронологиях города Тюмени // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. № 12. Серия «Экология». С. 34-42.
4. Тюмень начала XXI века / Отв. ред. В.Р. Цибульский. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2002. 335 с.
5. Shiryaev, A.G., Kotiranta, H., Mukhin, V.A., Stavishenko, I.V., Ushakova, N.V. Aphyllophoroid fungi of Sverdlovsk region, Russia: Biodiversity, Distribution, Ecology and the IUCN Threat Categories. Ekaterinburg: Goshchitskiy Publisher, 2010. 304 p.
6. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В.Г. Стожаренко, М.А. Бондарцева, В.А. Соловьев, В.И. Крутов. М.: Наука, 1992. 221 с.
7. Арефьев С.П. Дереворазрушающие грибы — индикаторы состояния леса // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000. С. 91-105.
7. Арефьев С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.
9. 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.
10. Lonsdale, D., Pautasso, M., Holdenrieder, O. Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options // Eur. J. Res. 2008. № 127. Pp. 1-22.
11. Ширяев А.Г. Изменение микобиоты Урало-Сибирского региона в условиях глобального потепления и антропогенного воздействия // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 9. С. 37-47.



12. Арефьев С.П., Диярова Д.К., Звягинцев В.Б., Исаева Л.Г. и др. Грибные сообщества лесных экосистем / Под ред. В.И. Крутова, В.Г. Стороженко. Т. 3. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2012. 192 с.

13. 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/is/?section=content&op=show\\_\\_article&article\\_\\_id=10001532](http://www.rae.ru/is/?section=content&op=show__article&article__id=10001532) (дата обращения: 12.05.2014).

14. С.Н. Гашев, О.А. Алешина, С.П. Арефьев, О.Г. Воронова, Н.М. Вторушин, Н.А. Гашева, А.А. Донскова, О.Н. Жигилева, М.Н. Казанцева, А.П. Казанцев, Н.Я. Попов, А.Г. Селюков, С.И. Шаповалов, Т.А. Шарапова. Начальный этап мониторинга экосистем г. Тюмени и его пригородной зоны // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2002. Вып. 3. С. 80-93.

15. Jülich, W., Stalpers, J.A. The resupinate nonporoid Aphyllophorales of the temperate Northern Hemisphere. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1980. 335 p.

16. Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР: Порядок афиллофоровые. Вып. 1. Л.: Наука, 1986. 192 с.

17. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. СПб.: Наука, 1998. 391 с.

18. Ryvarden, L., Gilbertson, R.L. European Polypores. Part. 1. Abortiporus — Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 1993. Pp. 1-387.

19. Ryvarden, L., Gilbertson, R.L. European Polypores. Part. 2. Meripilus — Tyromyces. Oslo: Fungiflora, 1994. Pp. 388-743.

20. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 230 с.

## REFERENCES

1. Agafonov, L.I. *Drevesno-kol'tsevaia indikatsiia gidrologo-klimaticheskikh uslovii v Zapadnoi Sibiri* (dokt. diss.) [Tree-ring indication of hydrologo-climatic conditions in Western Siberia (Dr. Sci. (Biol. Diss.)]. Ekaterinburg, 2011. 231 p. (in Russian).

2. *Ekologo-geograficheskie posledstviia global'nogo potepleniia klimata XXI veka na Vostochno-Evropeiskoi ravnine i v Zapadnoi Sibiri* [Ecological and geographical consequences of global warming of climate in the XXI century on the East European Plain and in Western Siberia] / Ed. by N.S. Kasimov and A.V. Kislov. Moscow, 2011. 496 p. (in Russian).

3. Arefyev, S.P. Climatic factors in tree-ring chronologies of the city of Tyumen. *Vestnik Tiimenskogo gosudarstvennogo universiteta — Tyumen State University Herald*. 2013. № 12. Pp. 34-42. (in Russian).

4. *Tiumen' nachala XXI veka* [Tyumen at the beginning of the XXI century] / Ed. by V.R. Tsubulsky. Tyumen, 2002. 335 p. (in Russian).

5. Aphyllophoroid fungi of Sverdlovsk region, Russia: Biodiversity, Distribution, Ecology and the IUCN Threat Categories / A.G. Shiryaev, H. Kotiranta, V.A. Mukhin, I.V. Stavishenko, N.V. Ushakova. Ekaterinburg: Goshchitskiy Publisher, 2009. 304 p.

6. *Nauchnye osnovy ustoichivosti lesov k derevorazrushaiushchim gribam* [Scientific foundations of resistance of the forest to wood-decaying fungi] / V.G. Storozhenko, M.A. Bondartseva, V.A. Solovyev, V.I. Krutov. Moscow, 1992. 221 p. (in Russian).

7. Arefyev, S.P. Wood-decaying fungi as indicators of condition of the forest. *Vestnik ekologii, lesovedeniia i landshaftovedeniia. — Bulletin of ecology, dendrology and landscape study*. 2000. № 1. Pp. 91-105. (in Russian).

8. Arefyev, S.P. *Sistemnyi analiz bioty derevorazrushaiushchikh gribov* [System analysis of a biota of wood-decaying fungi]. Novosibirsk, 2010. 260 p. (in Russian).

9. 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.
10. Lonsdale, D., Pautasso, M., Holdenrieder, O. Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. *Eur. J. Res.* 2008. № 127. Pp. 1-22.
11. Shiryayev, A.G. Change of mycobiota of the Ural-Siberian region in the conditions of global warming and anthropogenous influence. *Vestnik ekologii, lesovedeniia i landshaftovedeniia — Bulletin of ecology, dendrology and landscape study*. 2008. № 9. Pp. 37-47. (in Russian).
12. Arefyev, S.P., Diyarova, D.K., Zvyagintsev, V.B., Isayeva, L.G. et al. *Gribnye soobshchestva lesnykh ekosistem. T. 3* [Communities of fungi in forest ecosystems. V. 3.] / Ed. by V.I. Krutov, V.G. Storozhenko. Petrozavodsk, 2012. 192 p. (in Russian).
13. Safonov, M.A., Safonova, T.I., Kameneva, I.N. Long-term changes of local mycobiota species structure in the foothill forests of the Southern Urals. *Fundamental'nye issledovaniia — Fundamental research*. 2013. 10 (part 3). Pp. 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) (access date: 12.05.2014).
14. Gashev, S.N., Aleshina, O.A., Arefyev, S.P., Voronova, O.G., Vtorushin, N.M., Gasheva, N.A., Donskova, A.A., Zhigileva, O.N., Kazantseva, M.N., Kazantsev, A.P., Popov, N.Ya., Seliukov, A.G., Shapovalov, S.I., Sharapova, T.A. The initial stage of monitoring ecosystems of Tyumen and its residential suburb. *Vestnik ekologii, lesovedeniia i landshaftovedeniia — Bulletin of ecology, dendrology and landscape study*. 2002. № 3. Pp. 80-93. (in Russian).
15. Jülich, W., Stalpers, J.A. The resupinate nonporoid Aphyllophorales of the temperate Northern Hemisphere. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1980. 335 p.
16. Bondartseva, M.A., Parmasto, E.Kh. *Opredelitel' gribov SSSR: Poriadok afilloforovye. Vyp. 1*. [A handbook on identification of fungi in the USSR: Order: Aphyllophorales. Issue 1]. Leningrad, 1986. 192 p. (in Russian).
17. Bondartseva, M.A. *Opredelitel' gribov Rossii. Poriadok afilloforovye. Vyp. 2*. [A handbook on identification of fungi in the USSR. Order: Aphyllophorales. Issue 2]. St-Petersburg, 1998. 391 p. (in Russian).
18. Ryvarden, L., Gilbertson, R.L. European Polypores. Part. 1. Abortiporus — Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 1993. Pp. 1-387.
19. Ryvarden, L., Gilbertson, R.L. European Polypores. Part. 2. Meripilus — Tyromyces. Oslo: Fungiflora, 1994. Pp. 388-743.
20. Mukhin, V.A. *Biota ksilotrofnykh bazidiomitsetov Zapadno-Sibirskoi ravniny* [Biota of xylotrophic basidiomycetes of the West Siberian plain]. Ekaterinburg, 1993. 230 p. (in Russian).

#### Автор публикации

**Арефьев Станислав Павлович** — профессор кафедры ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры Института биологии Тюменского государственного университета, доктор биологических наук

#### Author of the publication

**Stanislav P. Arefyev** — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Department of Botany, Biotechnology and Landscape Architecture, Institute of Biology, Tyumen State University