

УДК 582.284-155(470.53/.54) + 574.21

СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ В РАЙОНЕ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Ставишенко И.В.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: stavishenko@bk.ru

В районе падения отделяющихся частей ракет-носителей и возможного загрязнения нефтепродуктами изучены основные характеристики и особенности организации лесных сообществ дереворазрушающих грибов в высотном-поисном градиенте.

Ключевые слова: дереворазрушающие грибы, функциональная структура, высотный градиент, биоиндикация

CONDITION OF THE FOREST COMMUNITIES WOOD-DESTROYING FUNGI IN THE AREA OF FALLING PARTS THE CARRIER ROCKETS (NORTHERN URALS)

Stavishenko I.V.

Institute of Plant and Animal Ecology Ural branch of RAS, Ekaterinburg, e-mail: stavishenko@bk.ru

Features of organization and basic characteristics of forest wood-destroying fungi complexes in altitudinal gradients was studied in the area exposed possible oil pollution from impact falling parts the carrier rockets.

Keywords: wood-destroying fungi, functional structure, altitudinal gradients, bioindication

Территория района падения отделяющихся частей ракет-носителей (ОЧРН) находится в Свердловской области и Пермском крае. Основной тип растительности – горно-таежные леса, входящие в южную часть среднетаежной подзоны [1]. Длительное использование данной территории в качестве района падения ОЧРН «Союз» может привести к ее загрязнению ракетным топливом (авиационным керосином), поэтому на первых этапах эксплуатации необходимо выявить фоновое состояние биоценозов.

Дереворазрушающие грибы являются неотъемлемым компонентом лесных экосистем: высвобождая накопленные в древесине биофильные вещества – основного источника гумуса, определяют скорость биологического круговорота и оказывают влияние на устойчивость и продуктивность лесов [2, 3]. Высокая чувствительность данной группы организмов – редуцентов к изменению климатических условий и воздействию различных антропогенных факторов позволяет использовать их как «тест-систему» для задач биоиндикации лесных экосистем [4–8].

Для оценки современного состояния лесной микобиоты в районе падения ОЧРН изучена таксономическая и функциональная организация сообществ ксилотрофных грибов.

Материал и методы исследования

Изучались преимущественно афиллофоровые грибы – виды с непластинчатым гименофором. Субстратом являлась отмершая древесина – отпад (ветви, валеж, сухостой, пни, корни и т.д.) с развившимися базидиомами и без них, а также живые деревья, пораженные фитопатогенными грибами. Функциональ-

ная структура ценокомплексов ксилотрофных грибов, традиционно рассматриваемых в качестве консортов древесных растений [3] (Бурова, 1986), описана на уровне мероценозов – консорций лесообразующих видов: *Abies sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus silvestris* L., *P. sibirica* Du Tour. Поскольку в исследуемом районе преобладают темнохвойные леса, ведущие характеристики ксилотрофных комплексов определены только для хвойных консорций.

Жизненные стратегии грибов определены согласно синтетической системе Раменского-Грайма [9].

Исследованы следующие основные характеристики ксилотрофных комплексов: видовой состав; видовое разнообразие (индекс разнообразия Шеннона, H; выравненность распределения, E); показатель концентрации доминирования видов (индекс Бергера-Паркера, d); генеративная активность – численность грибов на исследуемых участках леса: отношение количества учетных единиц грибов к количеству учетных единиц субстрата (шт./ед. субстратов); конкурентная активность – численность учетных единиц грибов в многовидовых микоценозах (шт./ед. субстратов); фитопатогенная активность – представленность фитопатогенного компонента (численность учетных единиц фитопатогенных видов грибов, шт./ед. субстратов).

При сравнении ценологических характеристик генеративной, конкурентной и фитопатогенной активности видов были рассчитаны стандартные ошибки обилия учетных единиц грибов.

Данные получены методом временных пробных площадей (ПП) на участках леса, включающих не менее 100 деревьев доминирующей породы. На каждой ПП было исследовано не менее 50 единиц отпада лесообразующих видов методом случайной выборки.

Видовые названия грибов приведены по Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>).

Результаты исследования и их обсуждение

Микологические исследования проводились во второй декаде июля 2011–2012 гг.

на участках припевающих и спелых еловых лесов восточного склона Северного Урала в среднем течении реки Улс, на склоне хреб-

та Кваркуш и на хребте Еловая Грива Характеристика исследуемых в районе падения ОЧРН участков леса приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика исследуемых участков леса

№ п/п	Местоположение	Высота над у.м., м	Участки леса	Группа возраста
1	Среднее течение р. Улс (60°06.913' с.ш.; 58°53.336' в.д.)	354	Ельник высокотравный	Припевающий
2	Склон г. Кваркуш (60°08.353' с.ш.; 58°47.899' в.д.)	525	Ельник чернично-зеленомошный	Припевающий
			Пихто-ельник высокотравно-крупнопоротниковый	Спелый
3	Хребет Еловая Грива (60°07.289' с.ш.; 59°18.157' в.д.)	692	Ельник высокотравно-крупнопоротниковый	Припевающий
			Ельник чернично-зеленомошный	Спелый
			Ельник ягодниково-мелкотравный	Спелый

Параметры выявленных ведущих характеристик микокомплексов хвойных консорциев представлены в табл. 2. Согласно приведенным данным микокомплексы участков леса ПП 1–3 по числу найденных

видов практически не отличаются, хотя показатель видового богатства подвержен незначительным колебаниям в разные годы исследований, вероятно, вследствие сукцессий.

Таблица 2

Ведущие характеристики микокомплексов хвойных консорциев исследуемых участков леса

Характеристика	ПП 1		t	ПП 2		t	ПП 3*
	2011 г.	2012 г.		2011 г.	2012 г.		2012 г.
Видовое богатство (количество видов)	18	13		14	17		16
Видовое разнообразие, H (индекс Шеннона)	2,44	1,93		1,46	1,67		1,54
E (выравненность распределения)	0,84	0,75		0,55	0,59		0,56
d (индекс доминирования Бергера-Паркера)	0,36	0,44		0,22	0,15		0,21
Генеративная активность, шт./ед. субстратов	116,28 (± 16,44)	108,97 (± 11,82)	0,361	45,1 (± 9,4)	52,7 (± 8,44)	-0,602	47,54 (± 8,83)
Конкурентная активность, шт./ед. субстратов	58,14 (± 11,63)	52,56 (± 8,21)	0,392	30,43 (± 5,19)	20,27 (± 5,23)	1,379	6,56 (± 3,28)
Фитопатогенная активность, шт./ед. субстратов	13,95 (± 5,7)	10,26 (± 3,63)	0,546	4,35 (± 1,96)	0	2,219	3,28 (± 2,32)

Примечание. *) – в 2011 г. исследования не проводились.

Однако видовое разнообразие (H), выравниваемость распределения (E) и концентрация доминирования видов (d) в микокомплексе участка ПП 1 выше, чем в микокомплексах участков ПП 2 и ПП 3, где эти показатели практически совпадают.

Выявленные в микокомплексах исследованных участков леса характеристики генеративной, конкурентной и фитопатогенной активности видов между годами наблюдений (2011–2012 гг., табл. 2) не различаются: значения t-критерия Стьюдента ниже 6,31

при 95% доверительном уровне. В микокомплексе участка леса ПП 1 генеративная активность видов вдвое выше в сравнении с таковой на участках ПП 2 и ПП 3. Конкурентная активность видов микокомплекса участка ПП 1 почти вдвое превышает данную характеристику микокомплекса участка ПП 2 и почти на 80% – на участке ПП 3. Представленность фитопатогенного компонента в микокомплексах хвойных консорциев участков ПП 2 и ПП 3 втрое ниже, по сравнению с микокомплексом участка ПП 1.

На данном этапе микологических исследований в хвойных консорциях участков леса ПП 1–3 выявлено 40 видов ксилотрофных базидиальных грибов: *Amylocorticium cebennense* (Bourdot) Pouzar (ПП 2), *Amylocystis lapponica* (Romell) Bondartsev et Singer ex Singer (ПП 2, 3), *Antrodiella parasitica* Vampola (ПП 2), *Armillaria borealis* Marxm. et Korhonen (ПП 1), *Botryobasidium subcoronatum* (Höhn. et Litsch.) Donk (ПП 2), *B. candicans* J. Erikss (ПП 3), *Ceraceomyces borealis* (Romell) J. Erikss. et Ryvarden (ПП 3), *C. serpens* (Tode) Ginns (ПП 2, 3), *Cystostereum murrayi* (Berk. et M.A. Curtis) Pouzar (ПП 1–3), *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. (ПП 1–3), *F. rosea* (Alb. et Schwein.) P. Karst. (ПП 1–3), *Gloeocystidiellum convolvens* (P. Karst.) Donk (ПП 1), *Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst. (ПП 1–3), *Gloiothele citrina* (Pers.) Ginns et G.W. Freeman (ПП 1, 2), *Hyphodontia breviseta* (P. Karst.) J. Erikss. (ПП 1, 2), *H. pallidula* (Bres.) J. Erikss. (ПП 1, 2), *Inonotus leporinus* (Fr.) Gilb. et Ryvarden (ПП 3), *Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer et A.H. Sm. (ПП 1, 3), *Mucronella bresadolae* (Quél.) Corner (ПП 1), *Oxyporus corticola* (Fr.) Ryvarden (ПП 2), *O. ravidus* (Fr.) Bondartsev et Singer (ПП 2), *Peniophorella praetermissa* (P. Karst.) K.H. Larss. (ПП 1), *Phanerochaete sordida* (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden (ПП 3), *P. velutina* (DC.) P. Karst. (ПП 1), *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk (ПП 1–3), *P. hartigii* (Allesch. et Schnabl) Pat. (ПП 2), *P. weirii* (Murrill) Gilb. (ПП 2), *Phlebia firma* J. Erikss. et Hjortstam (ПП 1), *P. mellea* Overh. (ПП 1, 2), *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich (ПП 2, 3), *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (ПП 2), *Pycnoporellus fulgens* (Fr.) Donk (ПП 1), *Resinicium bicolor* (Alb. et Schwein.) Parmasto (ПП 1), *Rigidoporus crocatus* (Pat.) Ryvarden (ПП 1, 2), *Sidera lenis* (P. Karst.) Miettinen (ПП 1), *Skeletocutis odora* (Sacc.) Ginns (ПП 1), *Steccherinum ochraceum* (Pers.) Gray (ПП 1), *Stereum sanguinolentum* (Alb. et Schwein.) Fr. (ПП 2, 3), *Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvarden (ПП 1–3), *T. fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarden (ПП 1–3). 6 из них являются редкими, индикаторными для малонарушенных старых/девственных лесов: *Amylocystis lapponica*, *Rigidoporus crocatus*, *Pycnoporellus fulgens*, *Skeletocutis odora*, *Inonotus leporinus*, *Phellinus weirii*.

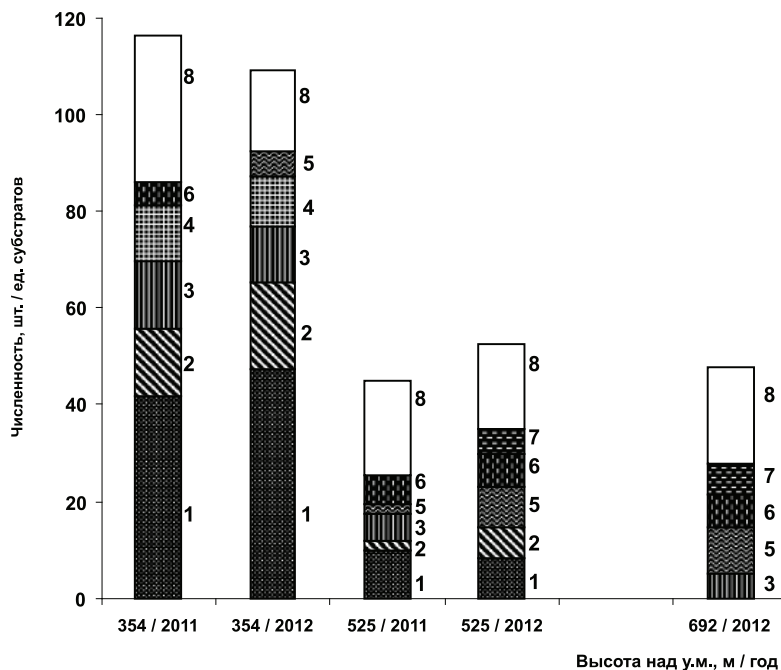
При описании функциональной структуры микокомплексов хвойных консорций на участках леса ПП 1–3 выявлены доминирующие и сопутствующие виды. Визу-

ализация функциональной организации ксиломикокомплексов на расположенных в высотном градиенте участках леса ПП 1–3 представлена на рисунке. В микобиоте припойменного участка леса (ПП 1) доминирует *Fomitopsis pinicola* (K), содоминантами выступают *F. rosea* (K), *Trichaptum abietinum* (R), *Phellinus chrysoloma* (R_к). Следует отметить, что *P. chrysoloma* – еловая губка является патогенным видом, вызывающим стволы гнили ели коррозийного типа. В микобиоте участка леса горного пояса на склоне хребта Кваркуш (ПП 2) обилие доминирующего вида *F. pinicola* (K) значительно ниже, чем на участке ПП 1; содоминантами выступают *Cystostereum murrayi* (S), *Trichaptum fuscoviolaceum* (R), *T. abietinum* (R), численность которого также снижена, и *Stereum sanguinolentum* (R). В микобиоте участка леса хребта Еловая Грива (ПП 3) доминируют *Trichaptum fuscoviolaceum* (R), *Cystostereum murrayi* (S), *Stereum sanguinolentum* (R), *T. abietinum* (R).

При изучении функциональной организации лесной микобиоты в зонально-поясном градиенте на Среднем и Северном Урале установлено, что при повышении высоты рельефа в ксиломикокомплексах снижается видовое разнообразие, уменьшается генеративная и конкурентная активность видов, увеличивается доля фитопатогенного компонента. В высоких участках рельефа происходит трансформация функциональной структуры ксиломикокомплексов: доминирующие виолентные виды замещаются эксплерентными/стресс-толерантными [10]. Представленные в данной работе ценопараметры генеративной и конкурентной активности видов в микокомплексах хвойных консорций нижнего (ПП 1) и верхних (ПП 2, ПП 3) уровней рельефа, описание их функциональной организации, в целом, отвечают ранее выявленным характеристикам микобиоты ненарушенных лесов.

Таким образом, загрязнения нефтепродуктами лесных экосистем в районе падения ОЧРН не выявлено.

Высокая численность фитопатогенов в микокомплексе нижнего, припойменного участка леса (ПП 1), в сравнении с данным показателем микокомплексов ненарушенных участков леса на склоне г. Денежкин Камень, а также участков верхних уровней рельефа в районе падения ОЧРН (ПП 2, ПП 3) обусловлена повреждением стволов деревьев под воздействием рекреационной нагрузки: участок ПП 1 находится рядом с популярной стоянкой туристов.



Функциональная структура микокомплексов хвойных консорциев исследованных участков леса.

Расположение в рельефе исследуемых участков леса:

354 м над у.м. – ПП 1; 525 м над у.м. – ПП 2; 692 м над у.м. – ПП 3. Годы наблюдений:

2012 г., 2011 г. Виды грибов: 1 – *Fomitopsis pinicola*, 2 – *F. rosea*,

3 – *Trichaptum abietinum*, 4 – *Phellinus chrysoloma*, 5 – *T. fuscoviolaceum*,

6 – *Cystostereum murrayi*, 7 – *Stereum sanguinolentum*, 8 – прочие

Заключение

В хвойных консорциях на участках еловых и елово-пихтовых лесов в районе падения ОЧРН выявлено 40 видов ксилотрофных базидиальных грибов, 6 из которых являются редкими, индикаторными для малонарушенных старых/девственных лесов: *Amylocystis lapponica*, *Inonotus leporinus*, *Phellinus weirii*, *Pycnoporellus fulgens*, *Rigidoporus crocatus*, *Skeletocutis odora*.

Соответствие выявленных ценопараметров генеративной и конкурентной активности видов в микокомплексах хвойных консорциев участков леса в районе падения ОЧРН с таковыми на участках ненарушенных лесов близкого геграфического района, расположенных на сходных высотах рельефа (склон г. Денежкин Камень), указывает на отсутствие нефтяного загрязнения.

Высокое обилие фитопатогенных видов в составе ксилотрофного микокомплекса нижнего, припойменного участка леса (ПП 1), расположенного рядом с популярной стоянкой туристов, обусловлена повреждением стволов деревьев в результате рекреационного воздействия.

Работа выполнена по проекту ориентированных фундаментальных исследований в рамках соглашений о сотрудничестве

УрО РАН с государственными корпорациями, научно-производственными объединениями № 12 -4-006-КА.

Список литературы

1. Игошина К.Н. Растительность Урала // Растительность СССР и зарубежных стран / отв. ред. Б.Н. – Норин. М.: Л.: Изд-во Наука, 1964. – С. 83–230.
2. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов. – М.: Лесн. пром-сть, 1967. – 276 с.
3. Tyler G. The impact of heavy metals pollution on forests: a case study of Gusum, Sweden // *Ambio*. – 1984. – Vol. 13, № 1. – P. 18–24.
4. Бурова Л.Г. Экология грибов макромицетов. – М.: Наука, 1986. – 222 с.
5. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. – Екатеринбург: Наука, 1993. – 230 с.
6. Состояние сообществ дереворазрушающих грибов в районе нефтегазодобычи / И.В. Ставишенко, С.В. Залесов, Н.А. Луганский, Н.А. Кряжевских, А.Е. Морозов // *Экология*. – 2002. – № 3. – С. 175–184.
7. Ставишенко И.В. Мониторинг сообществ дереворазрушающих грибов природного парка «Кондинские озера» // *Сибирский экологический журнал*. 2008. – № 4. – С. 645–654.
8. Ставишенко И.В. Состояние лесных сообществ ксилотрофных грибов под воздействием промышленных аэрополлютантов // *Экология*. – 2010. – № 5. – С. 397–400.
9. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – С. 194.
10. Ставишенко И.В. Функциональная структура лесных сообществ ксилотрофных грибов в высотном градиенте на Среднем и Северном Урале // *Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий: материалы Всерос. конф. с междунар. участием*. – Екатеринбург: Голицынский, 2012. – С. 304–305.