

ISSN 0568-5435

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

ACADEMIA SCIENTIARUM ROSSICA
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ НИЗШИХ РАСТЕНИЙ

ТОМ 46

NOVITATES SYSTEMATICAE
PLANTARUM NON VASCULARIUM

TOMUS XLVI



Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
Санкт-Петербург
2012

А. Г. Ширяев

A. G. Shiryayev

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ КЛАВАРИОИДНЫХ ГРИБОВ
ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ**

**BIODIVERSITY OF CLAVARIOID FUNGI
IN THE TUNDRA ZONE OF YAKUTIA**

Институт экологии растений и животных УрО РАН
Лаборатория биоразнообразия растительного мира и микобиоты
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202
anton.g.shiryayev@gmail.com

В тундрах Якутии выявлено 27 видов клавариоидных грибов, относящихся к 8 родам. *Typhula pertenius* впервые указывается для Евразии и Арктики. По сравнению с более западными районами евразийской Арктики на исследованной территории возрастает роль тифуловых грибов, а также увеличивается доля подстилочных видов клавариоидных грибов. Биота клавариоидных грибов восточной части тундровой зоны Якутии более схожа с чукотской, тогда как западной части Якутии — с биотой восточного Таймыра.

Ключевые слова: Арктика, афиллофоровые грибы, клавариоидные грибы, биоразнообразие, структура, Якутия, тундра.

Totally 27 species of 8 genera of clavarioid fungi have been found in the tundra zone of Yakutia. *Typhula pertenius* is recorded for the first time for Eurasia and the Arctic. The role of *Typhula*-group is higher in comparison with the western districts, as well as the role of litter-inhabiting species.

Keywords: Arctic, aphylophoroid fungi, biodiversity, clavarioid fungi, structure, Yakutia, tundra.

Изменения, происходящие в результате промышленного освоения районов Крайнего Севера, сказываются в первую очередь на почвенном покрове тундровых экосистем, важным компонентом которых являются грибы. Клавариоидные грибы, играющие важную роль в большинстве биомов суши, входят в состав всех трех основных трофических групп грибов (сапротрофов, паразитов и симбиотрофов), тем самым участвуя в главных биогенных процессах: почвообразовании и круговороте основных веществ. Это определяет их роль как значимых индикаторов антропогенных, климатических и инвазионных процессов биоты. Если состав высших растений Арктики изучен уже достаточно хорошо (Юрцев и др., 2004), то грибам уделяется незаслуженно мало внимания, хотя ценотическая роль данной группы организмов для тундровой зоны высока (Ширяев, 2010; Shiryayev, Mukhin, 2010).

До начала XXI в. какая-либо информация о разнообразии и роли клавариоидных грибов в тундрах Азии, в том числе и в арктической

Якутии, отсутствовала (Каратыгин и др., 1999). За прошедшее десятилетие автором были проведены многолетние исследования в рамках «Международной транссибирской микологической экспедиции», позволившие накопить обширные данные. Полученные результаты обобщены в работах по разнообразию клавариоидных грибов Ямало-Гыданской (Ширяев, 2008, 2010; Shiryayev, Mukhin, 2010) и Таймырской (Ширяев, 2011) тундр. В настоящей работе представлен анализ биоты клавариоидных грибов тундровой зоны Якутии.

Материал и методы

Полевые работы проводились автором в августе–сентябре 2002, 2005 и 2010 гг. в зональных тундрах Якутии (рис. 1). Исследование проходило в пределах Анабаро-Оленекской, Хараулахской и Яно-Колымской флористических подпровинций, входящих в состав Восточно-Сибирской флористической провинции (Walker et al., 2005). Были обследованы 12 точек (площадью около 100 км²) в четырех подзонах тундр Якутии (табл. 1). В каждой точке было обследовано максимально полное число потенциальных типов субстратов (местообитаний). Всего было собрано 273 образца клавариоидных грибов. Под образцом понимается группа плодовых тел одного вида, отстоящая от другой аналогичной группы этого вида не менее чем на 15 м. Для оценки обилия рассчитан показатель встречаемости (Magurran,

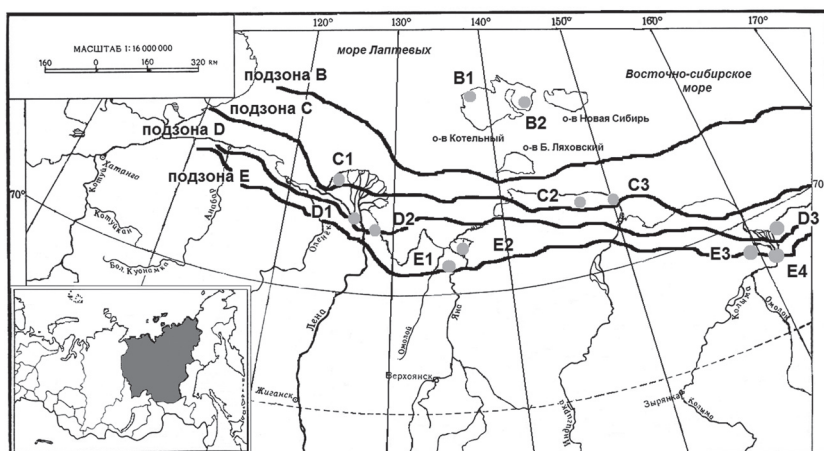


Рис. 1. Местоположение исследованных точек в тундрах Якутии и границы биоклиматических подзон (по: Walker et al., 2005).

Подзоны В, С, D, E – см. табл. 1.

Исследованные локальные биоты в тундрах Якутии

Подзона	№ биоты	Местоположение	Географические координаты
Северных арктических тундр (подзона В)	В1	Новосибирские о-ва, о. Котельный, окр. пос. Котельный	75°45' с. ш., 137°45' в. д.
	В2	Новосибирские о-ва, о. Фаддеевский, р. Тугуттах	75°29' с. ш., 143°33' в. д.
Южных арктических тундр (подзона С)	С1	окр. пос. Турах	72°52' с. ш., 123°49' в. д.
	С2	окр. р. Шолоховка	72°18' с. ш., 147°23' в. д.
	С3	окр. оз. Моготоево	72°04' с. ш., 149°21' в. д.
Северных гипоарктических тундр (подзона D)	D1	о. Тит-Ары	71°58' с. ш., 127°01' в. д.
	D2	окр. г. Тикси	71°39' с. ш., 128°20' в. д.
	D3	окр. пос. Амбарчик	69°39' с. ш., 162°17' в. д.
Южных гипоарктических тундр (подзона E)	E1	окр. пос. Северный	70°35' с. ш., 134°58' в. д.
	E2	окр. пос. Нижнеянск	71°27' с. ш., 136°04' в. д.
	E3	окр. р. Коньковая	69°24' с. ш., 158°27' в. д.
	E4	севернее пос. Черский	69°02' с. ш., 160°43' в. д.

2004): $P_i = n_i / N$, где n_i — число регистраций каждого вида, N — общее число образцов всех видов в анализируемом наборе данных. β -разнообразии оценивалось с помощью индекса Сьеренсена–Чекановского (Cs), отражающего наличие или отсутствие видов в сравниваемых локалитетах: $Cs = 2c / (a + b)$; где a — общее число видов в первом локалитете, b — общее число видов во втором локалитете, c — число видов, общих для обоих локалитетов. Видовое разнообразие вычислено с помощью индекса Шеннона: $H' = -\sum P_i \log P_i$, где P_i — встречаемость i -го вида (Magurran, 2004). Для вычисления доминирования использован индекс Симпсона: $D = \sum P_i^2$. Кластерный анализ (рис. 2) проводили с использованием программы Statistica 6.0, а для более качественного отражения широтных различий видового состава клавариоидных грибов также добавлены данные о биоте лесотундровой зоны Таймыра (Ширяев, 2011) и Якутии (Ширяев, неопубл.).

При анализе выявленной биоты клавариоидных грибов использованы некоторые дополнительные показатели: индекс криофильности (CrI), отражающий долю криофильных видов (арктоальпийских и аркто-бореальных) от общего числа видов (в %); доля родов, представленных одним видом (IG , %), от общего числа родов; доля трех ведущих родов (*Clavaria* s. l. [*Clavaria*, *Clavulinopsis*, *Ramariopsis*],

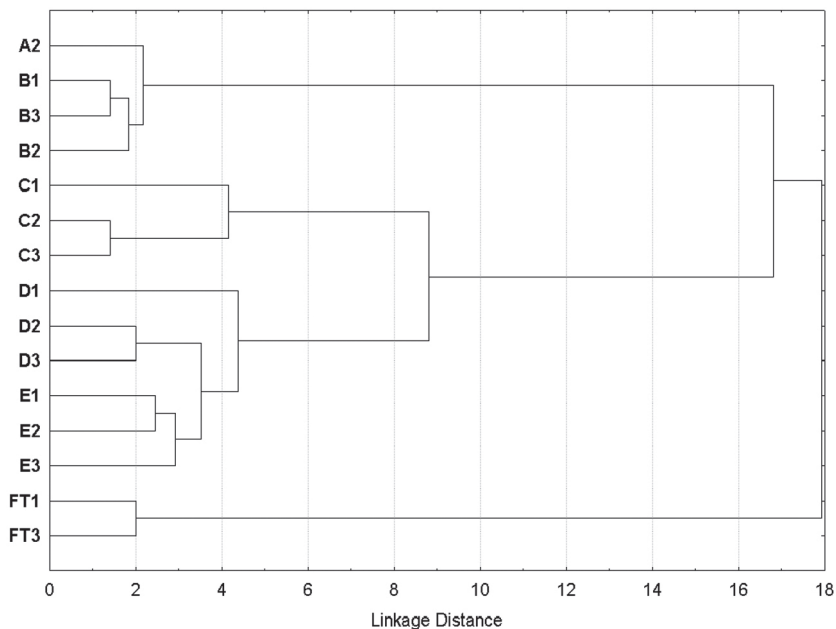


Рис. 2. Сходство видового состава 15 зонально-секторальных биот клавариоидных грибов.

Подзоны: А – арктических пустынь, В–Е – тундра (см. табл. 1); FT – лесотундры (по: Walker et al., 2005); долготные сектора: 1 – Западный Таймыр, 2 – Восточный Таймыр, 3 – Якутия.

Ramaria и *Typhula* s. l. [*Typhula*, *Pistillina*, *Pistillaria*]) от общего числа родов (BG , %); «морфологический индекс» (CI/Co), представляющий соотношение числа видов с булавовидными и коралловидными плодовыми телами

Собраный материал хранится в микологической коллекции Института экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург (SVER). Названия видов клавариоидных грибов и сокращения фамилий авторов даны в соответствии с базой данных Index Fungorum (2008–2012).

Результаты и обсуждение

В зональных тундрах Якутии выявлено 27 видов из 8 родов клавариоидных грибов (табл. 2), что схоже с аналогичными показателями для расположенного западнее полуострова Таймыр (Ширяев, 2011). Все выявленные виды указываются для Якутии впервые. Как и в

Видовой состав биоты клавариоидных грибов зональных тундр Якутии

Виды	Подзоны																n / %					
	B (S=5)					C (S=11)					D (S=16)							E (S=27)				
	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11		D12	E1	E2	E3	E4
<i>Typhula culmigena</i> (Mont. et Fr.) Berthier	3	4	6	5	6	7	8	10									5	7	6	12	79/28.9	
* <i>Multiclavula corynoides</i> (Peck) R. H. Petersen	4	3	3	3	4	3	1	4									2	1	1	3	31/11.3	
<i>Typhula hyalina</i> (Quél.) Berthier			1	1	1	2	1	1									3	5	3	6	22/7.7	
* <i>Multiclavula vernalis</i> (Schwein.) R. H. Petersen	3	1	1	2	2	2	2	2									3	2	2	2	19/6.9	
<i>Typhula caricina</i> P. Karst.			1	1	1	3	1	1									3	2	1	5	18/6.2	
* <i>T. lutescens</i> Boud.	2		2		2	3	4	1									1	2	2	1	17/5.8	
<i>T. variabilis</i> Riess		1					4	1									1	1	3	3	15/5.8	
<i>T. setipes</i> (Grev.) Berthier			2				1	1									1	2	2	4	13/4.7	
<i>T. crassipes</i> Fuckel							3	1									1	2	2	1	12/4.0	
<i>Clavaria argillacea</i> Fr.				1		1	1	1									2	1	1	2	6/2.2	
<i>Typhula phacorrhiza</i> (Reichardt) Fr.							2										2	2	1	1	6/2.2	
* <i>T. sclerotoides</i> P. Karst.						2											1	1	1	1	5/1.8	
* <i>T. chamaemori</i> L. Holm et K. Holm																	1	1	1	2	4/1.4	
* <i>Ramariopsis subarctica</i> Pilát																				2	4/1.4	
<i>Typhula micans</i> (Pers.) Berthier								2									1	2	1	2	4/1.4	
* <i>Clavulinopsis luteo-ochracea</i> (Cavara) Corner										1								2	1	1	2/0.7	
<i>Clavaria falcata</i> Pers.																		1	1	1	2/0.7	
<i>Typhula graminum</i> P. Karst.																		2			2/0.7	
<i>Pterula gracilis</i> (Desm. et Berk.) Corner										1									1		2/0.7	
<i>Clavulinopsis helvola</i> (Pers.) Corner																		1	1		2/0.7	
<i>Typhula spathulata</i> (Peck) Berthier										1									1		2/0.7	
<i>T. perennis</i> Remsberg																				2	2/0.7	
* <i>Clavaria sphagnicola</i> Boud.																			1		1/0.35	
<i>Typhula incarnata</i> Lasch																					1/0.35	
<i>Clavulina coralloides</i> (L.) J. Schröt.																			1		1/0.35	
<i>C. cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.																					1/0.35	
<i>Typhula capitata</i> (Pat.) Berthier																					1/0.35	
Число образцов	12	9	16	12	19	24	23	28	25	32	28	25	46	273								
Число видов	4	4	7	5	8	10	10	12	13	14	14	16	27									
Доля (%) от общего числа видов в подзоне	80	80	63	45	72	62	62	75	48	51	51	59	100									

Примечание. Виды расположены в порядке уменьшения встречаемости от северных арктических тундр (подзона В) к южным гипоарктическим тундрам (подзона Е). Звездочкой (*) отмечены криптофильные виды. Подзоны (по: Walker et al., 2005): В — северные арктические тундры; С — южные арктические тундры; D — северные гипоарктические тундры; E — южные гипоарктические тундры. В1–Е4 — номера точек исследования (см. табл. 1). S — число видов в подзоне, n — число образцов.

других регионах Арктики (Ширяев, 2010; Shiryayev, Mukhin, 2010), в тундровой зоне Якутии наибольшим числом видов представлен род *Typhula* (16 видов, или 59.3% от общего списка выявленных видов). Этот показатель выше, чем во всех арктических районах, расположенных западнее (Ширяев, 2009, 2010, 2012). Роды *Clavaria*, *Clavulina*, *Clavulinopsis*, *Multiclavula* включают по два-три вида каждый, а роды *Artomyces*, *Pterula* и *Ramariopsis* — по одному виду. Среднее число видов в роде в тундрах Якутии составляет 3.3.

С севера на юг видовое богатство клавариоидных грибов возрастает почти в 6 раз, а родовое — в 4 раза (табл. 3), при этом, доля трех ведущих родов снижается с 66.6% до 40%. Схожая тенденция характерна для доли родов, представленных одним видом (с 75% до 25%) и индекса криофильности (с 60% до 26%). В якутской тундре интересным фактом является заметное увеличение участия тифуловых грибов (по числу образцов) с продвижением на юг (от северных

Таблица 3

Статистические данные встречаемости клавариоидных грибов в биоклиматических подзонах тундр Якутии

Статистические параметры	Северные арктические тундры (подзона В)	Южные арктические тундры (подзона С)	Северные гипоарктические тундры (подзона D)	Южные гипоарктические тундры (подзона E)
Число точек исследований (<i>N</i>)	2	3	3	4
Число образцов (<i>n</i>)	21	47	75	131
Число видов (<i>S</i>)	5	11	16	27
Число родов (<i>G</i>)	2	4	6	8
$\Delta S/N \pm SD$	4.0	6.66±0.31	10.3±0.2	14.25±0.67
<i>S/G</i>	2.5	2.7	2.7	3.3
<i>IG</i> , %	0	75.0	66.6	25.0
<i>BG</i> , %	50	66.6	50.0	40.0
<i>CrI</i> , %	60	36	31	26
<i>CI/Co</i>	все CI	все CI	15.0	12.5
<i>H'</i>	1.41	1.93	2.30	2.76
<i>D</i>	0.270	0.203	0.155	0.097

Примечание. $\Delta S/N \pm SD$ — среднее количество видов в точке исследования и стандартное отклонение; *S/G* — индекс видовой насыщенности рода; *IG* — доля родов, представленных одним видом (%); *BG* — доля видов из трех наиболее крупных родов (%); *CrI* — индекс криофильности (%); *CI/Co* — морфологический индекс; *H'* — индекс разнообразия Шеннона; *D* — индекс доминирования Симпсона.

арктических тундр к южным гипоарктическим) с 43% до 81%, что не свойственно расположенным западнее районам. В тундрах Якутии преобладают виды с булавовидной формой плодовых тел, и показатель морфологического индекса является самым высоким среди изученных сибирских и европейских микобиот (Ширяев, 2012).

Пять видов — *Multiclavula corynoides*, *M. vernalis*, *Typhula culmigena*, *T. lutescens* и *T. variabilis* встречены во всех подзонах тундровой зоны Якутии, включая крайний север (табл. 2). По широте распространения к ним приближаются *Typhula caricina*, *T. crassipes*, *T. hyalina*, *T. setipes*. В целом, эти 9 видов образуют ядро биоты клавариоидных грибов исследуемой территории. Из них 78% видов являются тифуловыми грибами, и это несколько выше, чем в изученных западных регионах (Ширяев, 2010, 2012). Группа активных видов представлена склеротияльными грибами (род *Typhula*) с плодоношением на отмерших частях трав и напочвенными базидиолишайниками (род *Multiclavula*), что демонстрирует их адаптивную стратегию к существованию в подобных экстремальных условиях.

Все виды клавариоидных грибов, найденные в северных подзонах, встречаются и в наиболее богатой южной гипоарктической тундре (подзона Е). Практически все из них ведут сапротрофный образ жизни: подавляющая часть (14 видов, или 52%) образуют плодовые тела на подстилке и отмерших травах (*Pterula gracilis*, *Typhula capitata*, *T. chamaemori*, *T. micans*, *T. sclerotioides* и др.), 5 видов — на почве (*Clavaria argillacea*, *C. falcata*, *Clavulina cinerea*, *C. coralloides*, *Clavulinopsis luteo-ochracea*), на мхах встречено 4 вида (*Clavaria sphagnicola*, *Clavulinopsis helvola*, *Ramariopsis subarctica*, *Typhula phacorrhiza*), а ксилотрофные виды клавариоидных грибов в тундровой зоне Якутии не выявлены. Только один вид (*Typhula incarnata*) паразитирует на живых злаках. Микоризообразующие виды здесь не встречены, что является отличительной особенностью исследуемой биоты.

Биота клавариоидных грибов северных арктических тундр Якутии (подзона В), как и в других регионах Арктики (Ширяев, 2010; Shiryaev, Mukhin, 2010), отличается от территорий, расположенных южнее (подзоны С, D, Е), а биота лесотундровой зоны существенно различается с тундровыми (рис. 2).

В целом, биота клавариоидных грибов Якутии схожа с аналогичной востока Таймыра (восточнее р. Пясины, см.: Ширяев, 2011) (рис. 2), однако в крайней восточной части тундровой зоны Якутии (район дельты р. Колымы — точки D3 и E4) проявляются некоторые отличия (табл. 2). Видовое богатство клавариоидных грибов здесь

несколько выше, чем в других исследованных точках (табл. 2), что также характерно для расположенных восточнее исследованных территорий Чукотки (Ширяев, неопубл.). В этом районе (в точке Е4) отмечен новый для России и Евразии вид — *Typhula pertenuis*.

Автор выражает глубокую признательность О. Г. Добровольскому (г. Норильск), Н. М. Воробьеву (пос. Черский) и С. В. Маленьких (г. Екатеринбург) за помощь в сборе материала.

Литература

- Каратыгин И. В., Нездойминого Э. Л., Новожилов Ю. К., Журбенко М. П. Грибы Российской Арктики. СПб., 1999. 212 с. — Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы полуострова Ямал // Новости систематики низших растений. 2008. Т. 42. С. 130–141. — Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы тундровой и лесотундровой зоны Кольского полуострова (Мурманская область) // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 134–149. — Ширяев А. Г. Пространственная структура арктических комплексов клавариоидных грибов // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. Т. 11. С. 37–49. — Ширяев А. Г. ~~Клавариоидные грибы тундровой зоны Таймыра~~ // Новости систематики низших растений. 2011. Т. 45. С. 133–145. — Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы Канино-Печорской тундры // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, вып. 4. С. 257–263. — Юрцев Б. А., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Пространственная структура видовой разнообразия локальных и региональных флор азиатской Арктики // Ботан. журн. 2004. Т. 89, N 11. С. 1689–1727. — Index Fungorum. CABI Database, 2012 [Retrieved 19 January, 2012, from web-site <http://www.indexfungorum.org>] — Magurran A. E. Measuring biological diversity. Oxford, 2004. 218 p. — Shiryayev A. G. Distribution and diversity of the clavarioid fungi in the Eurasian Arctic // Abstract of XVI Congress of European Mycologists. Halkidiki, 2011. P. 151–152. — Shiryayev A. G., Mukhin V. A. Clavarioid-type fungi from Svalbard: their spatial distribution in the European High Arctic // North American Fungi. 2010. Vol. 5, N 5. P. 67–84. — Walker D. A., Reynolds M. K., Daniels F. J. A. et al. The Circumpolar Arctic vegetation map // J. Veg. Sci. 2005. Vol. 16. P. 267–282.