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 45

NOVITATES SYSTEMATICAE PLANTARUM NON VASCULARIUM

TOMUS XLV

Товарищество научных изданий КМК
Санкт-Петербург — Москва 2011

А. Г. Ширяев **A. G. Shiryaev**

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА БИОТЫ КЛАВАРИОИДНЫХ ГРИБОВ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ПОЛУОСТРОВА ТАЙМЫР

SPATIAL STRUCTURE OF CLAVARIOID FUNGI BIOTA IN TUNDRA ZONE OF TAIMYR PENINSULA

Институт экологии растений и животных УрО РАН
Лаборатория биологического разнообразия растительности и микобиоты
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202
anton.g.shiryaev@gmail.com

В тундрах Таймыра выявлено 25 видов клавариоидных грибов, относящихся к 8 родам. Таксономическая структура выявленной биоты сходна с соседними ямало-гыданской и арктоякутской биотами клавариоидных грибов. Выявлена группа активных видов (*Multiclavula corynoides*, *Typhula crassipes*, *T. culmigena*, *T. lutescens*, *T. variabilis*). Анализ пространственной структуры показал различие между биотами клавариоидных грибов западного и восточного Таймыра, а также между «верхнеарктическими» (арктические пустыни и северные арктические тундры) и «умеренно-арктическими» (южные арктические, северные и южные гипоарктические тундры) биотами.

Ключевые слова: Арктика, клавариоидные грибы, пространственная структура, Таймыр, тундра.

25 species of 8 genera of clavarioid fungi were found in the Taimyr tundras. The taxonomical structure of the studied biota is close to adjacent Yamal-Gydan and Arctic Jakutian biotas of clavarioid fungi. A group of active species was defined (*Multiclavula corynoides*, *Typhula crassipes*, *T. culmigena*, *T. lutescens*, *T. variabilis*). Spatial structure analysis has shown a significant difference between western and eastern Taimyr as well as between «high Arctic» (Arctic deserts and northern Arctic tundras) and «low Arctic» (southern Arctic tundras, northern and southern Hypoarctic tundras) biotas of clavarioid fungi.

Keywords: Arctic, clavarioid fungi, spatial structure, Taimyr, tundra.

Клавариоидные грибы тундровой зоны России остаются все еще недостаточно исследованными (Каратыгин и др., 1999; Ширяев, 2006, 2008, 2009). Установлено, что в арктических экосистемах они численно преобладают над другими группами афиллофоровых грибов (пороидными, кортициоидными и др.), где представители клавариоидных родов *Multiclavula* и *Typhula* включают до 100% видового состава афиллофоровых грибов (Shiryaev, Mukhin, 2010). Ранее нами было показано, что таксономический состав биоты клавариоидных грибов в регионах европейской Арктики статистически достоверно

отличается от такового в различных регионах сибирской Арктики (Ширяев, ~~2010~~; Shiryaev, Mukhin, 2010).

Целью настоящей работы является выявление структуры биоты клавариоидных грибов в тундрах полуострова Таймыр и определение ее особенностей, поскольку разностороннее исследование клавариоидных грибов может помочь в установлении закономерностей формирования биоты данной группы не только в высоких широтах, но и в более сложно устроенных экосистемах.

Материал и методы

Полевые работы проводились автором с 2004 по 2008 г. в тундровой зоне п-ова Таймыр (рис. 1), административно относящейся к Долгано-Ненецкому автономному округу. Два наиболее северных пункта исследования расположены в подзоне арктических пустынь (подзона A, по: Walker et al., 2005), три — в подзоне северных арктических тундр (подзона B), по четыре — в подзоне южных арктических (подзона C), северных гипоарктических (подзона D) и южных гипоарктических тундр (подзона E) (табл. 1). Названия природных подзон приведены согласно Б. А. Юрцеву (Yurtsev, 1994).

Методы сбора образцов и анализ выявленных видов описаны нами ранее (Ширяев, ~~2010~~; Shiryaev, Mukhin, 2010). Видовое разнообразие вычислено с помощью индекса Шеннона: $H' = -\Sigma P_i \log P_i$, где P_i относительное обилие i-го вида, равное n_i/N, где n_i — число регистраций (единиц учета) каждого вида, N — общее число единиц учета всех видов в анализируемом наборе данных (Magguran, 2004). Для сравнения видового состава различных сообществ использован коэффициент Сёренсена — Чекановского: $C_s = 2C/(A+B)$, где A — общее количество видов в первом сообществе, B — общее количество видов во втором сообществе, C — количество видов общих для сравниваемых сообществ. Дендрограмма (рис. 2) построена с использованием программы Statistica 6.0, где использован метод кластеризации Варда, а в качестве меры различий выступает коэффициент Пирсона.

Также использованы другие индексы, применяемые для описания экологических особенностей клавариоидных грибов (Shiryaev, Mukhin, 2010): индекс криофильности (CrI), отражающий долю криофильных видов, характеризующихся максимальным обилием в холодных арктических и высокогорных районах, от общего числа видов; доля одновидовых родов от общего числа родов (*1G*); а также доля трех ведущих родов: *Clavaria* s. l. (incl. *Clavaria*, *Clavulinopsis*, *Ramariop-*

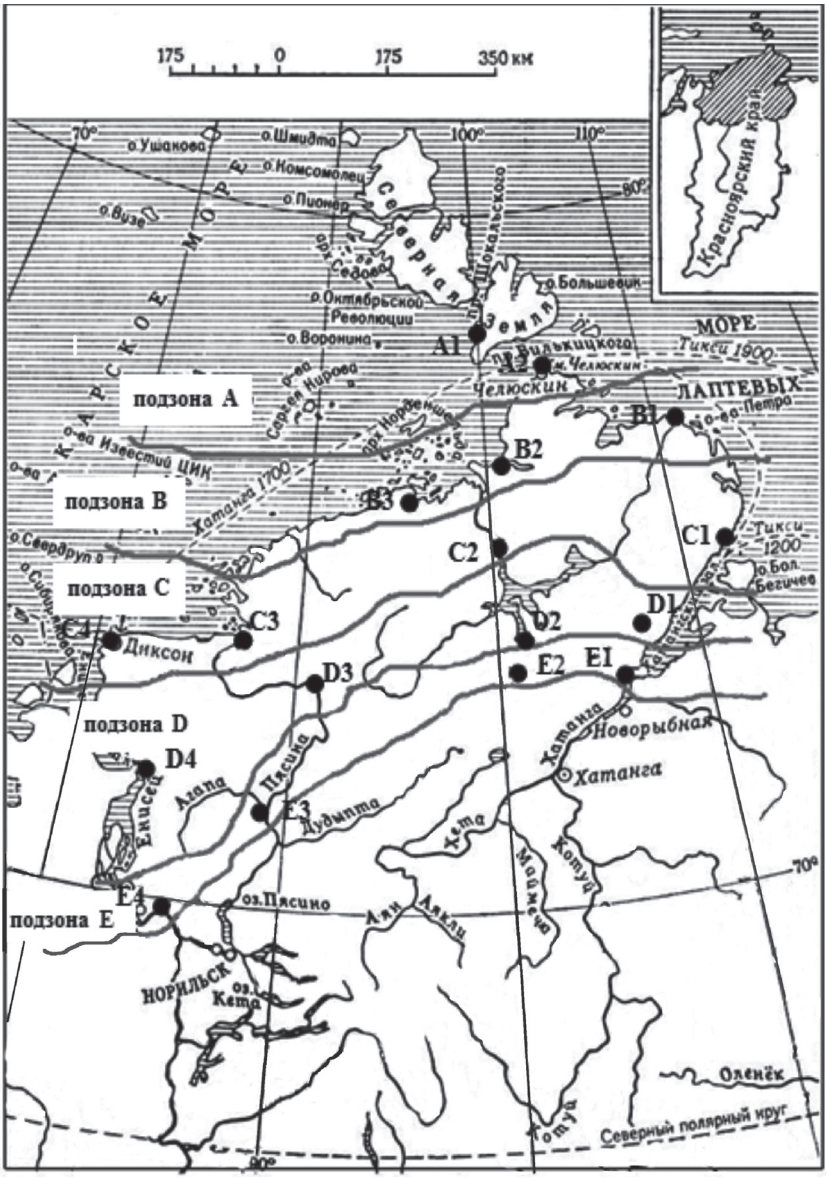

Рис. 1. Местоположение исследованных локальных биот в тундрах полуострова Таймыр и границы биоклиматических подзон (по: Walker et al., 2005).

sis), *Ramaria* и *Typhula* s. l. (incl. *Typhula*, *Pistillina*, *Pistillaria*) — от общего числа родов (*BG*); «морфологический индекс» (*Cl/Co*), представляющий соотношение числа видов с булавовидной (club, *Cl*) и коралловидной (coral, *Co*) формой роста.

Таблица 1

Исследованные локальные биоты в тундрах полуострова Таймыр

Подзона	№ биоты	Местоположение	Географические координаты
Арктических пустынь (подзона A)	A1	о. Большевик, ручей Быстрый	78°16′ с. ш., 100°00′ в. д.
	A2	мыс Челюскин	77°43′ с. ш., 104°16′ в. д.
Северных арктических тундр (подзона B)	B1	р. Топографов	76°33′ с. ш., 111°25′ в. д.
	B2	р. Фонтанка	76°39′ с. ш., 101°30′ в. д.
	B3	р. Аномалий	75°52′ с. ш., 95°35′ в. д.
Южных арктических тундр (подзона C)	C1	р. Чернохребетная	74°53′ с. ш., 112°06′ в. д.
	C2	р. Толмачева	75°08′ с. ш., 100°16′ в. д.
	C3	р. Спокойная	74°26′ с. ш., 87°57′ в. д.
	C4	Диксон	73°30′ с. ш., 80°18′ в. д.
Северных гипоарктических тундр (подзона D)	D1	оз. Портнягино	69°08′ с. ш., 32°15′ в. д.
	D2	оз. Кокоро	72°58′ с. ш., 101°17′ в. д.
	D3	Усть-Тарея	73°14′ с. ш., 91°02′ в. д.
	D4	Воронцово	71°44′ с. ш., 83°32′ в. д.
Южных гипоарктических тундр (подзона E)	E1	р. Новая	72°25′ с. ш., 102°37′ в. д.
	E2	р. Боганида	72°04′ с. ш., 98°42′ в. д.
	E3	пос. Кресты	70°51′ с. ш., 89°56′ в. д.
	E4	Усть-Порт	69°40′ с. ш., 84°28′ в. д.

Б. А. Юрцевым (~~1964~~) было введено и разработано для сосудистых растений понятие о ландшафтной или региональной (географической) активности видов в растительном покрове как способе выражения меры их преуспевания в данных ландшафтно-климатических условиях. В микологии это понятие пока не является широко распространенным (Мухин, 1993; Журбенко, 2010). Региональная активность видов грибов как обобщенная характеристика степени освоения ими территории может оцениваться на основании встречаемости видов и их распространенности. Встречаемость вида определяется отношением числа образцов данного вида (от 1 до 40) к общему числу исследованных образцов (256). По числу представляющих их образцов (в логарифмической шкале) все виды были сгруппированы в 4 класса встречаемости: R — редкие (1−3 образца), O — случайные (4−11), C — обычные (12−21), A — частые (21−40 образцов). Распро-

страненность отражает долю (в %) локальных биот клавариоидных грибов, в которых встречен вид, по отношению к их общему числу: + — 0–10%, I — 11–20%, II — 21–40%, III — 41–60%, IV — 61–80%, V — 81–100%. Сочетание оценок наибольшей встречаемости и распространенности вида позволяет выявить активные виды, представляющие ядро исследуемой биоты. Отметим, что предложенная схема определения относительной региональной активности видов грибов является модификацией схемы определения ландшафтной активности Б. А. Юрцева (2004).

Для трофических групп в работе применяются следующие обозначения: виды, образующие плодовые тела на почве (soil, *S*), на лиственной подстилке (leaves, *L*), на отмерших травах (grass, *G*), на мхах (moss, *M*), на древесине (wood, *W*), что в сочетании с одной из двух форм роста (*Cl* или *Co*) образует ряд экоморфологических групп (табл. 4).

В процессе исследований было собрано 256 образцов (единиц учета), в том числе в высокоарктической тундре — 7 образцов, в северной арктической тундре — 20, в южной арктической тундре — 49, в северной гипоарктической тундре — 65 и в южной гипоарктической тундре — 115 образцов (табл. 2). Собранный материал хранится в микологическом гербарии Института экологии растений и животных УрО РАН в Екатеринбурге (SVER). Названия клавариоидных грибов и сокращения фамилий авторов даны в соответствии с базой данных Index Fungorum (http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp).

Вид *Ramaria stricta* на исследуемой территории был встречен исключительно на антропогенно измененных территориях (в двух точках вдоль западного побережья п-ова Таймыр) на древесине сосны, что говорит о его заносе с древесиной, привезенной на кораблях по Енисею. Этот вид включен в общую характеристику биоты клавариоидных грибов Таймыра, но не учитывается при анализе.

Результаты и обсуждение

В тундрах п-ова Таймыр выявлены 25 видов из 8 родов клавариоидных грибов (табл. 2). Уровень видового разнообразия биоты клавариоидных грибов Таймыра сходен с таковым близлежащих регионов: более западного Ямало-Гыданского (25 видов из 8 родов) (Ширяев, 2010) и более восточного Арктоякутского (26 видов из 8 родов) (Ширяев, неопубл.), но отличается от «западноевропейского» атлантического (Шпицберген вместе с норвежской и кольской тундрой) (Shiryaev, Mukhin, 2010). В целом тундровая биота клавариоидных

Таблица 2

Видовой состав биоты клавариоидных грибов тундр Таймыра

Виды	ЭМ	Подзоны																	Pc	N/Bc
		A (*S* = 3)		B (*S* = 5)			C (*S* = 13)				D (*S* = 16)				E (*S* = 25)					
		A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4		
•***Multiclavula corynoides*** (Peck) R.H. Petersen	ClS	3	1	1	2	3	3	2	1	1	3	1	2	1	1	3	2	2	V	32/A
•***Typhula lutescens*** Boud.	ClG		2	3	2		3	1	2	3	3	3	2	3	3	3	4	3	V	40/A
•*Multiclavula vernalis* (Schwein.) R. H. Petersen	ClS		1	1				1	2		1	2		1	1	1		3	III	12/C
Typhula culmigena (Mont. et Fr.) Berthier	ClG			2		2		3	1	2	1	2	3	1	1	3	3	1	IV	25/A
Typhula crassipes Fuckel	ClG			2	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	1	2	3	1	V	23/A
Typhula variabilis Riess	ClG						1	1		2	2	1	2	2	2	4	4	2	IV	22/A
Typhula caricina P. Karst.	ClG							2	1		1	2			2	1			III	9/O
Typhula sclerotioides P. Karst.	ClG							1		1		1	3			3	3	1	III	13/C
Clavaria argillacea Pers.	ClS								1	1		2	1	2	1	2	2	2	III	14/C
•*Typhula chamaemori* L. Holm et K. Holm	ClL						1	1			1		1		2		2	1	III	9/O
Typhula capitata (Pat.) Berthier	ClG							1		1		2				2	1		II	7/O
**Ramaria stricta* (Pers.) Quél.	CoW						2								1				I	3/R
•*Clavulinopsis luteo-ochracea* (Cavara) Corner	ClS						1		1			1	1			1	2	1	III	8/O
Clavaria falcata Pers.	ClS										1	1			1	1	3	1	II	8/O
•*Ramariopsis subarctica* Pilát	CoM													2	2	1		2	II	7/O

Окончание таблицы 2

Clavulina cinerea (Bull.) J. Schröt.	CoS													1		2	1		I	4/O
Clavulina coralloides (L.) J. Schröt.	CoS														1		1		I	3/R
Typhula uncialis (Grev.) Berthier	ClG														1	2		1	I	4/O
Typhula setipes (Grev.) Berthier	ClL															1		2	I	3/R
Pterula gracilis (Desm. et Berk.) Corner	ClL																1	1	I	2/R
Clavulinopsis helvola (Pers.) Corner	ClM															1	1		I	2/R
Typhula graminum P. Karst.	ClG																2		+	2/R
Typhula micans (Pers.) Berthier	ClG														2				+	2/R
Typhula phacorrhiza (Reichardt) Fr.	ClG														1				+	1/R
Typhula incarnata Lasch	ClG																1		+	1/R
Число образцов		3	4	9	5	6	12	14	12	12	14	21	11	14	23	33	36	24		
Число видов		1	3	5	3	3	7	10	8	8	9	13	9	9	16	17	17	14		256/100
Доля от общего числа видов		33	67	100	60	60	54	77	61	61	56	81	56	56	64	68	68	56		

Примечание. Виды расположены в порядке уменьшения встречаемости от арктических пустынь (подзона A) к южным гипоарктическим тундрам (подзона E). Подзоны (по: Walker et al., 2005): A — арктические пустыни; B — северные арктические тундры; C — южные арктические тундры; D — северные гипоарктические тундры; E — южные гипоарктические тундры. A1–E4 — номера локальных биот. *S* — число видов в подзоне. ЭМ — экомофологические группы: форма роста: *Cl* — булавовидная, *Co* — коралловидная; трофическая группа: *G* — на травах; *L* — на листовой подстилке; *M* — на мхах; *S* — на почве; *W* — на древесине. Pc — распространенность; N/Bc — число образцов / класс встречаемости. • — криофильные виды; * — вид, встреченный только в антропогенных местообитаниях. Жирным шрифтом выделены активные виды.

грибов сибирских регионов достаточно однообразна, так как 23 вида из 25 выявленных на Таймыре были отмечены в соседних регионах (Ширяев, 2008, 2009), и представляет обедненный вариант бореальной. Биота клавариоидных грибов Таймыра состоит из широко распространенных (космополитных, голарктических или евро-азиатских) видов с арктоальпийским, таежным или мультизональным типом ареала, что определяет ее высокий уровень сходства (C_s = 0.89 ± 0.08) с аналогичными биотами близлежащих регионов. Четыре вида из рода *Typhula* (*T. crassipes*, *T. culmigena*, *T. lutescens*, *T. variabilis*) и один из рода *Multiclavula* (*M. corynoides*) встречены наиболее часто (более 20 находок каждый), что составило 46.8% всех собранных образцов, но при этом они включают лишь четверть видов, выявленных на Таймыре. Редкими (менее 3 находок каждый) являются 36% видов, которые включают лишь 7.8% изученных образцов. Наиболее широко распространенными видами (представленными в максимальном числе пунктов) в тундрах Таймыра являются *Multiclavula corynoides*, *M. vernalis, Typhula crassipes*, *T. culmigena*, *T. lutescens* — эти виды могут считаться наиболее адаптированными к экстремальным условиям Севера.

Как и в других арктических регионах (Ширяев, 2006, 2008, 2009, ~~2010~~; Shiryaev, 2006; Shiryaev, Mukhin, 2010), в таймырских тундрах род *Typhula* является наиболее богатым, включая 14 видов (56% от общего списка), тогда как другие роды (*Clavaria*, *Clavulina*, *Clavulinopsis*, *Multiclavula*) включают по два вида каждый, а роды *Pterula, Ramaria* и *Ramariopsis* — по одному виду. Среднее число видов в роде в таймырских тундрах составляет 3.1 и близко к таковому в западносибирской Арктике (Ширяев, ~~2010~~).

Биота клавариоидных грибов арктических пустынь (подзона А) и северных арктических тундр (подзона В) Таймыра характеризуется минимальным уровнем видового богатства (табл. 3). Здесь встречены лишь 5 видов из 2 родов (табл. 2): *Typhula* — 3 вида (60% общего списка для подзоны) и *Multiclavula* — 2 вида. По соотношению числа собранных здесь образцов эти роды относительно сходны (*Typhula* — 55.5%, *Multiclavula* — 44.5%), что существенно отличается от аналогичного показателя для ямало-гыданской биоты, где около 90% образцов относится к тифуловым грибам (Ширяев, ~~2010~~). Таким образом, несмотря на то что высокоарктическая биота клавариоидных грибов достаточно однообразна на видовом уровне, заметна тенденция к увеличению роли базидиолишайников (род *Multiclavula*) и уменьшению — склеротиальных грибов (род *Typhula*) с увеличением суровости климата по мере континентализации (от Шпицбергена

до Таймыра). Индекс разнообразия Шеннона (H′) в высокоширотной части биоты клавариоидных грибов Таймыра (подзоны A и B) характеризуется наименьшими показателями и существенно отличается от более южных. Если среднее число видов в локальных биотах подзон A и B варьирует пределах 2.0–3.7, то уже в подзоне C этот показатель возрастает до 8.25.

В биоте клавариоидных грибов южных арктических тундр (подзона C) по сравнению с более северными видовое и родовое богатство возрастают в 2.5 раза, индекс криофильности (CrI) уменьшается практически в два раза, а индекс разнообразия увеличивается на $^{2}/_{3}$. Однако видовая насыщенность рода относительно сходна, а доли родов с одним видом и трех ведущих родов не проявляют заметной тенденции (табл. 3).

В биоте клавариоидных грибов северных и южных гипоарктических тундр (подзоны D и E) заметно увеличивается видовое и родовое богатство, что отличает их от биот более северных территорий Таймыра (подзон A, B и C). Например, число видов в биоте клава-

Таблица 3

Статистические данные встречаемости клавариоидных грибов в биоклиматических подзонах тундр полуострова Таймыр

Статистические параметры	Подзона A	Подзона B	Подзона C	Подзона D	Подзона E
Число локальных биот (*N*)	2	3	4	4	4
Число образцов (*n*)	7	20	49	65	115
Число видов (*S*)	3	5	13	16	25
Число родов (*G*)	2	2	5	6	8
S/*G*	1.5	2.5	2.6	2.7	3.1
Δ *S*/*N* ± SD	2.0 ± 0.5	3.7 ± 0.5	8.25 ± 0.8	10.0 ± 1.2	16.0 ± 1.0
Δ *G*/*N* ± SD	1.5 ± 0.2	2.0 ± 0.3	3.0 ± 0.5	4.25 ± 0.6	5.5 ± 0.5
Δ *S*/*G* / *N* ± SD	1.25 ± 0.15	1.83 ± 0.22	2.42 ± 0.38	2.43 ± 0.35	2.76 ± 0.4
1G, %	50.0	0	50.0	33.3	28.6
BG, %	33	60	76.9	75.0	79.1
CrI	1.00	0.60	0.38	0.37	0.24
Cl/*Co*	все *Cl*	все *Cl*	все *Cl*	4.0	7.0
H′	0.95	1.50	2.40	2.56	3.02

Примечание. *S*/*G* — индекс видовой насыщенности рода; Δ *S*/*N* ± SD — среднее количество видов в локальной биоте клавариоидных грибов и стандартное отклонение; Δ *G*/*N* ± SD — среднее количество родов в локальной биоте и стандартное отклонение; Δ *S*/*G* / *N* ± SD — средний индекс видовой насыщенности рода в локальной биоте и стандартное отклонение; *1G* — доля родов с одним видом (%); *BG* — доля видов трех наиболее крупных родов (%); CrI — индекс криофильности; *Cl*/*Co* — морфологический индекс; H′ — индекс разнообразия Шеннона.

риоидных грибов подзоны E в 8.3, а родов — в 4 раза выше, чем в самой северной (подзона A). Доля родов с одним видом снижается почти наполовину, индекс криофильности уменьшается в 4 раза, а индекс разнообразия возрастает в 3 раза.

В силу того что в южной гипоарктической тундре (подзона E) представлены все виды, встреченные и в более северных биотах клавариоидных грибов Таймыра, эту зональную биоту можно рассматривать как базовую для тундр Таймыра. Как и в других изученных арктических регионах, здесь преобладают виды, образующие плодовые тела на лиственной и травянистой подстилке (табл. 4), при этом на отмерших травах отмечено наибольшее их число (13 видов, 54.2%). На втором месте по числу видов находятся напочвенные клавариоидные грибы (7 видов, 29.1%), что несколько выше, чем на п-ове Ямал и Гыданском п-ове (Ширяев, ~~2010~~). По два вида отмечены на отмерших листьях и мхах. Виды с простой формой плодовых тел (*Cl*) составляют 87.5% от общего числа выявленных в подзоне E видов, а морфологический индекс (*Cl*/*Co*) составляет 7.0 (табл. 3). В Сибири этот показатель уменьшается в южном направлении, достигая равного соотношения видов с булавовидными и коралловидными плодовыми телами в подтаежных (черневых) лесах Алтая и Саян (Ширяев, ~~2010~~). В долготном ряду значение морфологического индекса значимо отличается ($p > 0.01$) от такового для европейских биот (Ширяев, 2009).

Клавариоидные грибы тундр Таймыра характеризуются преобладанием двух экоморфологических групп: образующих булавовидные плодовые тела на травах (*ClG*) и на почве (*ClS*), — что составляет 75% видов (табл. 4). В целом это типичные представители евразийской Арктики, однако в океанических секторах (атлантическом и пацифическом) группа *ClS* отходит на третье место, а его место занимает группа *ClL* (с булавовидными плодовыми телами на листьях). Также в океанических секторах значительно выше роль видов, образующих простые булавовидные тела на мхах, и видов с коралловидными плодовыми телами в целом ($p > 0.01$).

Таким образом, можно констатировать, что к числу активных видов в тундрах п-ова Таймыр относятся пять (*Multiclavula corynoides*, *Typhula crassipes*, *T. culmigena*, *T. lutescens*, *T. variabilis*), которые составляют 20% от общего числа видов клавариоидных грибов Таймыра и представлены двумя ведущими экоморфологическими группами (*ClG* и *ClS*). Стоит отметить, что эти виды также входят в состав «ядра высококоарктического комплекса» (Ширяев, ~~2010~~; Shiryaev, Mukhin, 2010), где представлены наиболее адаптированные к экс-

Таблица 4

Распределение экоморфологических групп клавариоидных грибов по биоклиматическим подзонам тундр Таймыра

Подзоны	Форма роста	Субстрат				Сумма
		на листьях (*L*)	на травах (*G*)	на почве (*S*)	на мхах (*M*)	
A	*Cl*	—	1/33.3	2/66.7	—	3/100
	Co	—	—	—	—	—
B	*Cl*	—	3/60.0	2/40.0	—	5/100
	Co	—	—	—	—	—
C	*Cl*	1/8.3	7/58.3	4/33.3	—	12/100
	Co	—	—	—	—	—
D	*Cl*	1/6.2	7/43.7	5/31.2	—	13/81.3
	Co	—	—	2/12.5	1/6.2	3/18.7
E	*Cl*	2/8.3	**13/54.2**	**5/20.8**	1/4.2	21/87.5
	Co	—	—	2/8.3	1/4.2	3/12.5

Примечание. В числителе — число видов / в знаменателе — доля от общего числа видов в подзоне (%). Жирным шрифтом выделены две наиболее богатые группы.

тремальным условиям крайнего Севера виды клавариоидных грибов (склеротиальные виды из рода *Typhula* и базидиолишайники из рода *Multiclavula*).

Для выявления возможных микогеографических границ было проанализировано сходство видового состава 30 локальных тундровых и лесотундровых биот клавариоидных грибов Таймыра и регионов западносибирской Арктики (Ямала и Гыданского п-ова). В результате была установлена статистически значимая граница ($r > 0.01$), пролегающая между северной и южной арктической тундрой (между подзонами B и C) (рис. 2). Сходные результаты получены и при анализе европейских тундровых биот клавариоидных грибов (Ширяев, 2009, ~~2010~~; Shiryaev, Mukhin, 2010). Также интересным фактом является объединение локальных биот клавариоидных грибов, расположенных западнее р. Пясина (западнотаймырских) с ямало-гыданскими биотами, в то время как восточнотаймырские значимо отличны от них ($r > 0.05$).

Таким образом, пространственная структура (широтная и долготная) биоты клавариоидных грибов тундровой зоны Таймыра по таксономическому составу может быть охарактеризована как обедненная таежная и монотонная в ряду соседних сибирских аналогов с преобладанием видов с булавовидными плодовыми телами, образующимися на травянистой и лиственной подстилке. В долготном

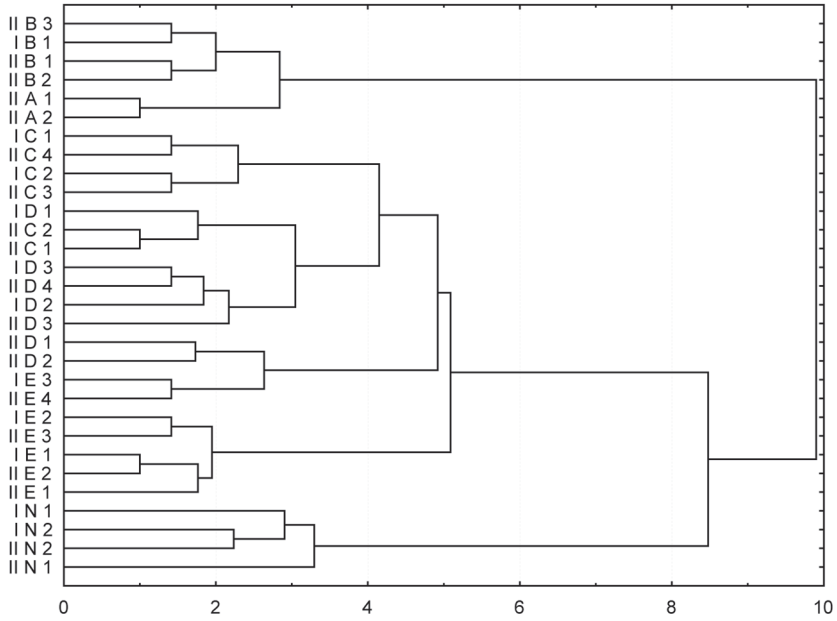

Рис. 2. Сходство видового состава 30 локальных биот клавариоидных грибов.

I — Ямало-Гыданский сектор (по: Ширяев, ~~2010~~), II — Таймырский сектор (обозначения и нумерация см. табл. 1). В анализ включены 4 лесотундровые локальные биоты (по: Ширяев, ~~2010~~). A, B, C, D, E — подзоны арктических пустынь и тундры; N — лесотундра.

направлении эти параметры значимо отличаются от европейских атлантических биот клавариоидных грибов. В широтном направлении выявлено разделение исследованной биоты на высоко- и низкоарктическую с границей, проходящей между северными (подзона B) и южными (подзона C) арктическими тундрами. Сходный результат получен нами ранее для других тундровых биот клавариоидных грибов: ямало-гыданской, полярноуральско-новоземельской, атлантической (Ширяев, 2009, ~~2010~~; Shiryaev, Mukhin, 2010). Кроме того, долготная микогеографическая граница, потенциально отделяющая Ямало-Гыданский сектор от Таймырского, проходит не по р. Енисей и Енисейскому заливу, а несколько восточнее — по р. Пясина. Возможно, полученные результаты пространственного разделения тундровой биоты клавариоидных грибов Таймыра помогут в установлении более точных биогеографических границ в Арктике.

Автор выражает глубокую признательность О. Г. Добровольскому (г. Норильск), А. Н. Шуман (г. Красноярск) и С. В. Маленьких (г. Екатеринбург) за помощь в сборе материала.

Литература

Журбенко М. П. Лихенофильные грибы российской Арктики: Дис. … докт. биол. наук. СПб., 2010. 351 с. — Каратыгин И. В., Нездойминого Э. Л., Новожилов Ю. К., Журбенко М. П. Грибы Российской Арктики. СПб., 1999. 212 с. — Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, 1993. 232 с. — Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы Урала: Дис. … канд. биол. наук. СПб., 2006. 190 с. — Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы полуострова Ямал // Новости систематики низших растений. Т. 42. СПб., 2008. С. 130–141. — Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы тундровой и лесотундровой зон Кольского полуострова (Мурманская область) // Новости систематики низших растений. Т. 43. СПб., 2009. С. 134–149. — Ширяев А. Г. Пространственная структура арктических комплексов клавариоидных грибов // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. ~~2010~~. Т. 11. ~~37~~ 49. — Юрцев Б. А. Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры // Комаровские чтения. ~~1964~~. Вып. 19. С. 1–94. — Юрцев Б. А. Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А. И. Толмачева // Материалы VI рабочего совещ. по сравнительной флористике. Сыктывкар, 2004. С. 9−19. — Magurran A. E. Measuring biological diversity. Oxford, 2004. 218 p. — Shiryaev A. G. Clavarioid fungi of the Urals. III. Arctic zone // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40, вып. 4. С. 294–306. — Shiryaev 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: Eighth International Symposium on Arctic-Alpine Mycology (ISAM 8). P. 67–84. — Walker D. A., Raynolds M. K., Daniëls F. J. A., Einarsson E., Elvebakk A., Gould W. A., Katenin A. E., Kholod S. S., Markon C. J., Melnikov E. S., Moskalenko N. G., Talbot S. S., Yurtsev B. A. et al. The Circumpolar Arctic vegetation map // J. Veg. Sci. 2005. Vol. 16. P. 267–282. — Yurtsev B. A. Floristic division of the Arctic // J. Veg. Sci. 1994. Vol. 5. P. 765–776.