

Западносибирская широтно-зональная ксиломикологическая шкала и ее использование для индикации лесорастительных условий

С. П. АРЕФЬЕВ^{1,2}

¹ *Институт проблем освоения Севера Тюменского НЦ СО РАН
625026, Тюмень, ул. Малыгина, 86*

² *Тюменский государственный университет
625003, Тюмень, ул. Володарского, 6
E-mail: sp_arefyev@mail.ru*

Статья поступила 10.03.2018

Принята к печати 17.04.2018

АННОТАЦИЯ

По данным количественного учета афиллофоровых макромицетов, развивающихся на древесине березы (*Betula*-комплекс) на 207 участках территории Западно-Сибирской равнины в диапазоне от лесотундры до лесостепи, установлены широтно-зональные закономерности биоты дереворазрушающих грибов. Показано, что состав и структура широтно-зональных ксиломикокомплексов региона определяется, прежде всего, климатическими факторами, характеризующимися выраженным гидротермическим градиентом и воздействующими на грибы как непосредственно, так и через формирование соответствующих климату древостоев. Последовательность широтно-зональных ксиломикокомплексов региона предложена в качестве шкалы для индикации лесорастительных условий и состояния древостоя конкретных лесных участков. Возможности индикации расширены дифференциацией ксиломикокомплекса и, соответственно, его широтно-зональной шкалы по функциональным фракциям грибов (стволовые, периферийные и раневые виды). Шкала использована для оценки состояния лесов природного парка «Нумто» (северная тайга) и апробирована на 15 его различных лесных участках. Для характеристики каждого участка рассчитаны коэффициенты корреляции численного состава данного микоценоза и зональных ксиломикокомплексов в диапазоне от лесотундры до лесостепи, взятых как в целом, так и по функциональным группам. Конфигурация полученных таким образом спектральных кривых участка и их взаимное положение показывает особенности гидротермического режима участка, воздействие на древостой механических повреждений, его физиологическое состояние, полноту, бонитет, возраст. Показано, что по результатам проведенной микологической индикации, лесорастительные условия нарушенных рубками и пожарами лесных участков парка «Нумто» соответствуют таковым зон, лежащих южнее территории парка. Отмеченные закономерности западносибирской широтно-зональной ксиломикологической шкалы характеризуются определенной универсальностью для лесного биома Сибири, что подтверждается аналогичными закономерностями, полученными при изучении высотно-зонального распределения ксиломикокомплекса Забайкалья.

Ключевые слова: микобиота, дереворазрушающие грибы, природные зоны, оценка состояния леса, биоиндикация, Сибирь.

В результате длительной коэволюции с древесными растениями дереворазрушающие грибы выработали сбалансированную систему адаптаций к существованию в лесной среде, проявляющуюся на видовом, ценотическом и биомном уровнях [Каратыгин, 1993]. Если древесные растения, формирующие основной пул органического вещества в лесных экосистемах являются их эдификаторами и детерминантами, то дереворазрушающие грибы, играющие ведущую роль в биологической деструкции этого пула, по сути можно характеризовать теми же терминами, только в противоположном аспекте функционирования экосистем. В лесных экосистемах процессы микогенного ксилолиза в значительной мере можно рассматривать в качестве негативного аналога процессов фотосинтеза и роста растений, а комплекс дереворазрушающих грибов (ксиломикокомплекс) – как своего рода зеркало состояния фитоценоза и древостоя в частности, что является базовой предпосылкой использования дереворазрушающих грибов в биологической индикации [Арефьев, 2003].

Ядром ксиломикокомплекса являются афиллофоровые грибы – полифилетическая группа базидиомицетов, объединенная не только по трофическому признаку, но и по характерному строению базидиом, центральным морфотипом которых является боковая шляпка, характерная для большинства трутовиков. Данный морфотип рассматривается как свидетельство наиболее глубокой специализации грибов в качестве лесных ксилотрофов [Zmitrovich et al., 2015; Змитрович, 2017]. Формирование экологических комплексов афиллофоровых грибов определяется целым рядом биотических и абиотических факторов [Томилин, 1964; Бондарцева, 1965; Рипачек, 1967; Строженко и др., 1992; и др.]. К числу важнейших из них относятся гидротермические условия среды, влияние которых прослеживается уже на уровне микроклимата (в частности, климатических особенностей лесной среды), а наиболее регулярно – в феномене природной зональности, обусловленной закономерным устойчивым изменением климатического режима с географической широтой и высотой над уровнем моря. При этом отмечается как прямое влияние гидро-

термического режима на развитие дереворазрушающих грибов, так и опосредованное – через влияние климата на состав и таксационные параметры древостоев.

Сведения о широтно-зональных тенденциях распространения дереворазрушающих грибов содержатся в обобщающих сводках ведущих зарубежных и отечественных микологов [Gilbertson, Ryvarden, 1986, 1987; Бондарцева, Пармасто, 1986; Ryvarden, Gilbertson, 1993, 1994; Nordic Macromycetes..., 1997; Бондарцева, 1998; и др.]. Широтно-зональные закономерности наиболее отчетливо проявляются при планомерных работах на географических трансектах, выстроенных по гидротермическому градиенту. В этом плане следует отметить результаты Н. Т. Степановой-Картавенко, опубликованные по исследованиям афиллофоровых грибов Урала [Степанова-Картавенко, 1967; Степанова, 1969]. В настоящее время получена наиболее полная картина зональной дифференциации видового состава афиллофоровых грибов уральской трансекты [Shiryaev et al., 2010; Ширяев и др., 2012].

Первые количественные исследования биоты дереворазрушающих грибов территории Западно-Сибирской равнины проведены В. А. Мухиным [1990, 1993]. Они показали ее выраженную широтно-зональную дифференциацию как в флористическом, так и в ценотическом аспектах. Выполненное этим автором микологическое зонирование региона в целом соответствует лесорастительному зонированию [Комплексное районирование..., 1980]. Им показано, что состав и численность дереворазрушающих грибов региона в значительной степени определяются его климатическими особенностями, а редкость ряда видов связана с узостью экологического оптимума лесной зоны Западной Сибири. Хотя такой подход не исключал негативного влияния антропогенных факторов на биоту дереворазрушающих грибов, он существенно отличался от подхода европейских микологов [Karström, 1992; Kotiranta, Niemelä, 1996; Signalarter, 2000], предлагавших ряд редких для Западной Европы видов трутовиков в качестве универсальных индикаторов девственных коренных лесов без должного учета их гидротермической валентности и эко-

логической функциональности. В условиях европейской части России и Западной Сибири некоторые из этих видов (*Dichomitus squa-lens* (P. Karst.) D. A. Reid и др.) оказались не только обычными, но и тяготеющими к нарушенным лесам. Это показывает востребованность наиболее масштабных количественных исследований ксилмикобиоты разных регионов, позволяющих обеспечить максимальную универсальность полученных закономерностей. В частности, актуальна проверка гипотезы о сходстве широтно-зональных и высотно-зональных закономерностей структуры ксилмикобиоты.

Исследования широтно-зональной дифференциации западно-сибирской ксилмикобиоты во многом концентрировались на разработке методов микологической индикации состояния леса. Для этого рассматривалась модельная группа афиллофоровых макромицетов, развивающихся на древесине березы (род *Betula*, секция *Albae*) [Арефьев, 2004, 2010]. Полученные при этом широтно-зональные распределения грибов, показывая ряд закономерностей, содержали и случайные флуктуации, обусловленные неполной сопоставимостью набора обследованных участков в разных зонах региона. Разработанные на территории Западной Сибири подходы к микроиндикации подтверждены исследованиями в Подмоскowie и Прибалтике, существенный холистический интерес в этом плане представляет территория восточной части Сибири, в частности ее горные районы и районы с контрастными природными условиями.

Задачи настоящего исследования: 1) уточнение широтно-зонального распределения афиллофоровых грибов *Betula*-комплекса Западно-Сибирской равнины на основе максимально сопоставимого набора зональных лесных участков с различными таксационными параметрами, а также математическим устранением случайных флуктуаций; 2) построение шкалы широтно-зональных ксилмикомплексов региона с ее дифференциацией по сопоставимым функциональным группам грибов; 3) оценка индикаторных свойств полученной шкалы; 4) апробация полученной шкалы в схожих континентальных климатических условиях восточной горной части Сибири (в Забайкалье).

В основу работы положен относительный количественный учет афиллофоровых макромицетов (видов, имеющих шляпки или их зачатки) на произвольном маршруте на участках в пределах лесотаксационного выдела или близких выделов; за одну условную особь (мицелий) принимали одно дерево, живое или погибшее, несущее базидиомы вида [Арефьев, 2010]. В течение 1995–2017 гг. на 207 участках (рис. 1) обследовали 20 355 стволов березы, несущих базидиомы, отметили 34 166 условных мицелиев грибов 67 видов. Число участков на одну широтную зону составило от 13 до 54, в зонах лесотундры и лесостепи отдельно рассматривали по 4–8 участков соответственно, с северного и южного пределов распространения березы. В каждой зоне представлены лесные участки с различными таксационными характеристиками, вырубки, гари. Данные по ним суммировали в рамках отдельных широтно-зональных ксилмикомплексов, для каждого из них рассчитали численную долю видов грибов в процентах.

Выравнивание случайных флуктуаций широтно-зонального распределения каждого вида проводили скользящей средней с дополнительным весом в последовательности:

$$p'_{лт} = (p_{сп} + 3p_{лт} + p_{рл})/5; p'_{рл} = (p_{лт} + 3p_{рл} + p_{свт})/5; \dots p'_{лс} = (p_{пт} + 3p_{лс} + p_{юп})/5,$$

где p' – выровненный процент вида; p – исходный процент вида; сп – северный предел распространения березы; лт – лесотундра; рл – редколесья; свт – северная тайга; пт – подтайга; лс – лесостепь; юп – южный зональный предел распространения березы.

Выровненная последовательность западно-сибирских широтно-зональных ксилмикомплексов во всем диапазоне от лесотундры до лесостепи предложена в качестве шкалы для индикации лесорастительных условий и параметров древостоя конкретных лесных участков. Исходили из того, что структура ксилмикомплекса лесного участка (ксилмикомплекса) является отражением структуры и состояния древостоя, сформированного в определенных лесорастительных условиях

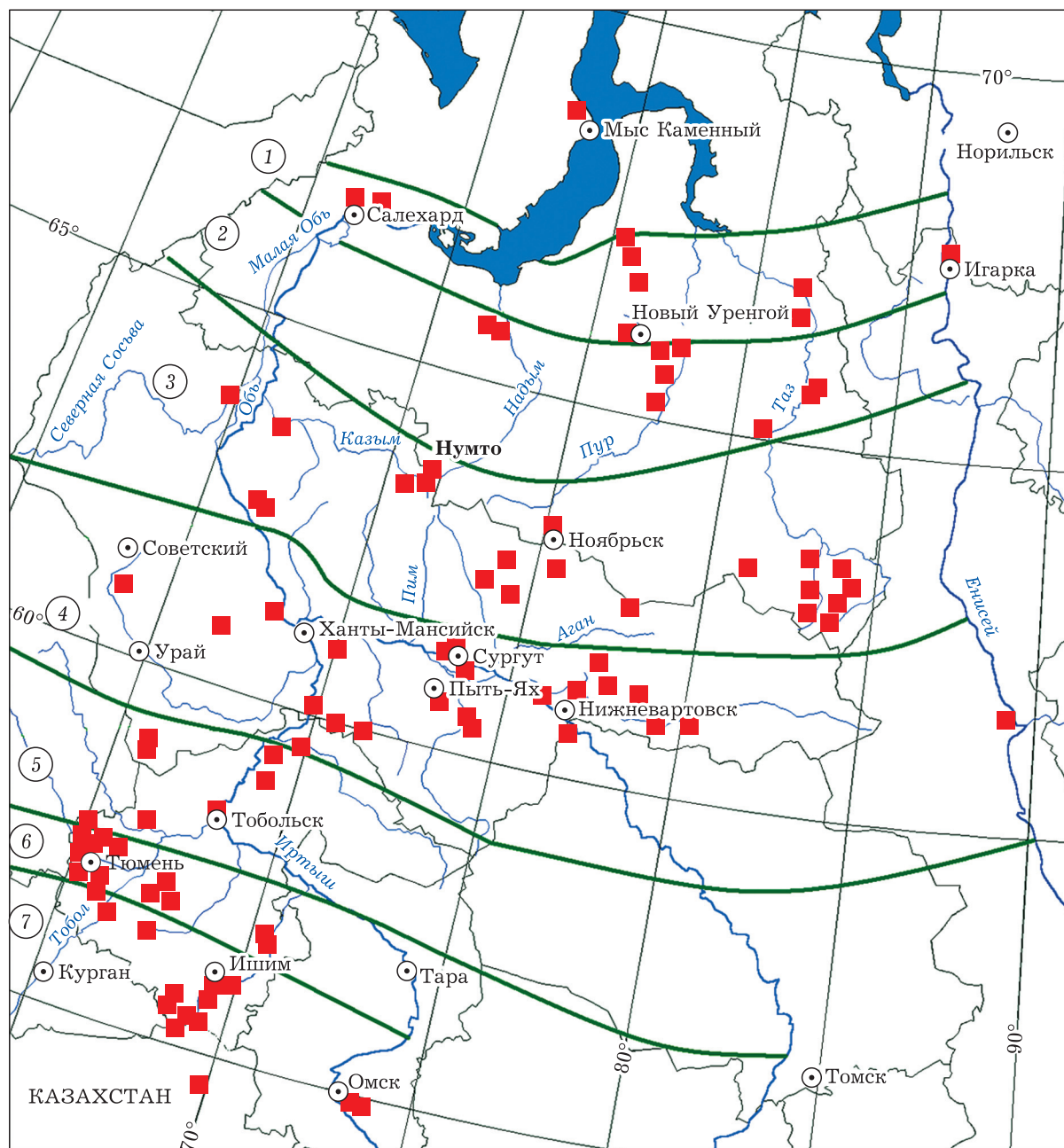


Рис. 1. Пункты проведения количественных исследований ксилмикобиоты на территории Западно-Сибирской равнины.

Природные зоны: 1 – лесотундра, 2 – гипоарктические редколесья, 3 – северная тайга, 4 – средняя тайга, 5 – южная тайга, 6 – подтайга, 7 – лесостепь

[Арефьев, 2010]. Соответственно, степень сходства его структуры со структурой зонального ксилмикомплекса отражает степень сходства лесорастительных условий конкретного участка с обобщенной характеристикой лесорастительных условий, характер-

ных для той или иной природной зоны. Максимальный уровень такого сходства, приходящийся на одну из зональных градаций шкалы (например, на северную тайгу), указывает на принадлежность лесного участка к соответствующему зональному типу. Уровни

сходства ксиломикоценоза лесного участка по другим зональным градациям шкалы также показательны, поскольку уточняют характер лесорастительных условий в рамках установленного зонального типа. Так, если при максимальном сходстве с северотаежным типом отмечается повышенное сходство с более южными ксиломикокомплексами шкалы, нежели с более северными, вероятно, лес на участке растет в относительно сухих условиях (например, на песках), либо лесная среда нарушена; соответственно, в таком микоценозе значительна доля ксеротолерантных видов, характерных для южной части лесной зоны. Такой последовательный расчет показателей сходства ксиломикоценоза лесного участка по зональным градациям шкалы дает спектральную кривую (спектр зонального сходства) ксиломикоценоза участка, подобно призме разлагая его на широтно-зональные составляющие, связанные с определенными характеристиками леса и лесорастительных условий. В качестве показателя сходства структуры ксиломикокомплексов при построении спектральных кривых использовали коэффициент корреляции Пирсона r .

Возможности данного метода индикации расширены дифференциацией ксиломикокомплекса и, соответственно, его широтно-зональной шкалы по функциональным фракциям грибов. Выделяли три основные фракции:

1) стволовые виды и их сукцессоры, разрушающие наиболее крупные части живых и погибших деревьев и в силу этого адаптированные к наиболее стабильному гидротермическому режиму [Рипачек, 1967];

2) периферийные виды (веточные, верхинные, заболонные), характерные для усохших на корню деревьев, проникающие в древесину через естественные перфорации коры и наиболее толерантные к колебаниям гидротермического режима в субстратах малого объема или в поверхностном слое древесины;

3) раневые виды, проникающие в древесину через лишенные коры участки, характерные для вырубок и других механически нарушенных древостоев. Виды с промежуточными свойствами относили к одной из этих

групп [Арефьев, 2010]. При дифференциации ксиломикокомплекса на фракции рассчитывали долю (%) каждого вида в соответствующей группе.

Полученную шкалу апробировали в природном парке “Нумто”, расположенном в Белоярском р-не Ханты-Мансийского автономного округа в верховьях р. Казым и относящемся к северотаежной зоне Западно-Сибирской равнины. В силу высокой заболоченности и заозеренности данной территории, ее лесная растительность представлена чаще всего редколесьями и заметно отличается от более производительных лесов западной части бассейна р. Казым [Валеева и др., 2008]. Учет грибов проводили на лесных участках с разными таксационными характеристиками, а также на поврежденных рубками и пожарами участках; индекс дигрессии древостоя рассчитывали по соотношению численности видов грибов из разных функциональных групп [Арефьев, 2001] (табл. 1).

Научное значение выявляемых закономерностей определяется степенью их универсальности. Для сопоставления широтно-зональных закономерностей распределения дереворазрушающих грибов, полученных на территории Западно-Сибирской равнины, и закономерностей их высотно-зонального распределения в 2010 г. провели количественный учет *Betula*-комплекса афиллофоровых грибов в разных высотных поясах Восточной Сибири – в Забайкальском крае [Ширяев и др., 2013]. Большая часть Забайкалья гористая, расположена на высоте свыше 1000 м над ур. м., лето жаркое, засушливое, зима малоснежная с сильными морозами, что определяет малую лесистость территории и преобладание древостоев невысокого бонитета из лиственницы Гмелина, реже сосен обыкновенной и сибирской, березы; исключительно редко встречаются ель и пихта [Биологическое разнообразие..., 2009]. По описанной выше методике обследовали пять участков на высотах от 650 до 2000 м над ур. м., представляющих диапазон от нижней границы распространения древесной растительности в степи (№ 5) до верхней в горных редколесьях (№ 1) (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Характеристика обследованных лесных участков природного парка “Нумто”

Номер	Местонахождение	Тип леса*	Бонитет	Сомкну- тость	Возраст, лет	Дигрес- сия	Примечания
1	Низовья р. Казым, верхняя терраса	К тр-кч-мш	IV	100	0,7–0,8	0,24	–
2	Берег оз. Мувенглор	СК кч-мш	V	100	0,6–0,7	0,26	–
3	Верховья р. Казым	Б тр-бол	V	80	0,7	0,27	–
4	То же	КБ мш-кч	Va	70	0,5	0,27	–
5	Верховья р. Ай-Надым	Б тр-бол	Va	80	0,6	0,24	–
6	Верховья р. Левая Хетта	Б тр-сф	Va	80	0,5	0,30	Топь
7	То же	С лш-бр	Va	40	0,5	0,12	–
8	Верховья р. Казым	С лш-бр	Va	70	0,6	0,30	Рубки
9	Побережье оз. Нумто	С кч-лш	Vб	40	0,4	0,37	То же
10	То же	БК чр-мш	Vб	80	0,3–0,5	0,30	»
11	Побережье оз. Хехалян	СК мш	Vб	40	0,3–0,5	0,26	»
12	Водораздел оз. Нумто	С кч-лш	Vб	40	0,4	0,61	»
13	Пос. Нумто	Б мш-чр.	Va–б	40	<0,3	0,86	»
14	Водораздел оз. Нумто	С лш-бр	Va	40	<0,3	0,95	Гарь
15	Низовья р. Казым, краевой водораздел	Б кч-мш	IV	80	<0,3	0,90	»

* К – кедровник, С – сосняк, Б – березняк; тр – травяной, тр-бол – травяно-болотный, кч – кустарничковый, бр – брусничный, чр – черничный, мш – мшистый, сф – сфагновый, лш – лишайниковый.

Т а б л и ц а 2

Характеристика обследованных участков Забайкалья

Участок	1	2	3	4	5
Высота над ур. м.	2000	1000	1000	850	650
Местонахождение	Сохондинский заповедник, кордон “Верхний Букукун”	Стационар ИПРЭК СО РАН “Арахлей”	Стационар ИПРЭК СО РАН “Арахлей”	Национальный парк “Алханай”, кордон “Ара-Иля”	Бассейн р. Онон, ООПТ “Малый Батор”
Положение	Верхняя граница леса	Побережье озера	Водораздел	Южный склон	Скалы в степи
Факторы	–	Ветры, рекреация	–	Низовой пожар	–
Тип леса	мш-лш-кч	тр-кч	зм-тр.	тр.	–
Состав древостоя	10Лц, ед. Б	6Лц4Б	4Лц6Б	9Б1С	10Б
Сомкнутость	0,1	0,2	0,7	0,4	0,3
Бонитет, м	8,3	16,8	19,3	24,8	15,0
Высота, м	2,5	11,7	12,4	15,3	9,3
Диаметр, см	3,3	16,3	16,0	17,6	13,0
Возраст, лет	31	75	65	58	66

П р и м е ч а н и е. тр – травяной, кч – кустарничковый, зм – зеленомошный, мш – мшистый, лш – лишайниковый.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выровненные широтно-зональные распределения видов афиллофоровых макромицетов *Betula*-ксиломикокомплекса на территории Западно-Сибирской равнины, составляющие шкалу для индикации лесорастительных условий на конкретных лесных участках, представлены в табл. 3.

При практическом использовании шкалы наиболее значимы активные виды, доля которых в составе ксиломикокомплекса хотя бы одной из зон превышает 5 %, однако при отдельном рассмотрении функциональных групп ксиломикокомплекса значимость малочисленных видов внутри них может существенно возрасти (рис. 2–4).

Среди стволовых видов *Betula*-комплекса (см. рис. 2) на северном пределе представлены только стволовые паразиты – *Inonotus obliquus*, на долю которого вместе с его устойчивым сукцессором *Gelatoporia dichroa* приходится 70 %, и *Phellinus igniarius* (30 %). Их доминирование сохраняется на всей территории лесотундровой зоны, но соотношение этих видов меняется в пользу последнего вплоть до южной тайги (соответственно, до 6 и 9 %). *Fomes fomentarius* включается в ксиломикокомплекс уже в лесотундре (16 %), а южнее становится его постоянным доминантом (до 77 %), в оптимуме лесной зоны его дополняет *Fomitopsis pinicola* (до 15 %). К южному пределу возрастает значимость *Ganoderma applanatum* (до 3 %), раневого вида, разрушающего комлевую часть крупных стволов. На крайнем юге лесной зоны доля стволовых паразитов, прежде всего *Inonotus obliquus* (14 %), вновь возрастает.

Среди периферийных видов (см. рис. 3) абсолютным доминантом *Betula*-ксиломикокомплекса на северном пределе является *Xantoporia radiata* (78 %), но уже в зоне редколесий этот статус переходит к *Fomitopsis betulina* (52 %), достигающему наибольшей численности на горячих этой зоны (до 75 %). К югу от северной тайги доля *F. betulina*, а также *Phellinus laevigatus* уменьшается (с 56 до 9 % и с 7,1 до 0,2 % соответственно), при этом увеличивается доля *Daedaleopsis confragosa* s. l. – *D. septentrionalis* и *D. tricolor* с их переходными формами (с 9 до 23 %). В таеж-

ной зоне сильно возрастает участие заболонного гриба *Trichaptum biforme* (до 30 %); в экологическом оптимуме диапазона возрастает участие их сукцессоров *Steccherinum ochraceum* (в подтайге до 7,5 %) и *Metuloidea murashkinskyi* (до 1,8 %), а также развивающегося на мелких отмирающих ветвях *Plicaturopsis crispa* (до 2,7 %). В лесостепной части диапазона наибольшей численности достигает ассоциируемый с низовыми пожарами *Stereum subtomentosum* (до 26 %), а также обычные на поздних стадиях разложения древесины *Xylodon flaviporus* (до 14 %), *Oxyporus corticola* (до 1–2 %).

В группе раневых видов (см. рис. 4) широтно-зональные изменения ксиломикокомплекса происходят более плавно. Доля таких видов, как *Plicatura nivea*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Trametopsis cervina*, а также *Cylindrobasidium evolvens* и *Chondrostereum purpureum*, первыми заселяющих древесину, на северном пределе диапазона достигают наибольших значений, однако по сравнению с доминантами она невелика (2–9 %). Среди доминирующих видов наиболее сильно выражены изменения в паре *Cerrena unicolor* и *Bjerkandera adusta*, дополняющих друг друга в рамках некоторого широтно-зонального викаритета. На северном пределе *Cerrena unicolor* абсолютно преобладает среди раневых грибов (59 %), к середине лесной зоны его доля падает до 11 %, однако вновь повышается к южному пределу диапазона (20 %). Такой более или менее выраженный двойной максимум численности в экстремальных (или субэкстремальных) редколесьях северной и южной частей диапазона характерен и для некоторых других видов (*Inonotus obliquus*, *Gelatoporia dichroa*, *Daedaleopsis confragosa* s. l., *Hapalopilus rutilans*, *Laxitextum bicolor* и др.). Доли таких обычных раневых видов, как *Phlebia tremellosa*, *Trametes versicolor* довольно постоянны на большей части диапазона (соответственно около 3 и 25 %), доля *Stereum hirsutum* в средней части диапазона в 2 раза выше (17–19 %), чем на северном и южном пределах (7–9 %).

В качестве основного полигона апробации описанной ксиломикологической шкалы взята территория природного парка “Нумто”, расположенного в центре Западно-Сибирской

**Видовой состав и широтно-зональное распределение *Betula*-ксиломикокомплекса
Западно-Сибирской равнины, %**

Функциональная группа, вид	Широтная зона						
	ЛТ	РЛ	СВТ	СРТ	ЮТ	ПТ	ЛС
1	2	3	4	5	6	7	8
Стволовые виды:							
<i>Gelatoporia dichroa</i> (Fr.) Ginns	3,61	2,57	1,24	0,71	0,34	0,42	0,93
<i>Inonotus obliquus</i> (Fr.) Pilát	22,02	10,84	5,40	3,27	2,75	2,65	3,76
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quél.	19,28	18,10	16,05	10,29	4,25	1,06	0,24
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	8,60	20,32	31,24	35,00	31,80	28,80	26,82
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	0,32	1,29	3,64	6,92	7,14	4,04	2,21
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	0,01	0,06	0,13	0,28	0,63	0,71	0,78
<i>Climacodon septentrionalis</i> (Fr.) P. Karst.	–	–	–	0,01	0,03	0,05	0,07
<i>Oxyporus populinus</i> (Schumach.) Donk	–	–	–	0,01	0,02	0,01	–
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	–	–	–	0,01	0,02	0,01	–
<i>Inocutis rheades</i> (Pers.) Fiasson & Niemelä	–	–	–	0,01	0,02	0,01	–
<i>Sarcodontia spumea</i> (Sowerby) Spirin	–	–	–	–	0,01	0,01	–
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	–	–	–	–	–	0,01	–
Периферийные виды:							
<i>Xanthoporia radiata</i> (Sowerby) Tura, Zmitr., Wasser, Raats & Nevo	6,49	1,73	0,50	0,25	0,12	0,15	0,05
<i>Fomitopsis betulina</i> (Bull.) B. K. Cui, M. L. Han & Y. C. Dai	11,13	19,92	16,00	11,58	8,23	6,51	4,77
<i>Phellinus laevigatus</i> (P. Karst.) Bourdot & Galzin + <i>P. lundellii</i> Niemelä	1,02	1,67	2,01	1,88	1,09	0,28	0,07
<i>Hymenochaetopsis tabacina</i> (Sowerby) S. H. He & Jiao Yang	0,03	0,04	0,06	0,05	0,03	0,02	–
<i>Stereum rugosum</i> Pers.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	–
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jacq.) P. Karst.	0,07	0,14	0,13	0,07	0,01	–	–
<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i> (Ehrenb.) Ryvarden	0,01	0,02	0,01	–	–	–	–
<i>Antrodiella semisupina</i> (Berk. & M. A. Curtis) Ryvarden	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
<i>Laxitextum bicolor</i> (Pers.) Lenz	0,01	0,07	0,15	0,09	0,05	0,12	0,26
<i>Plicaturopsis crispa</i> (Pers.) D. A. Reid	0,01	0,03	0,02	0,19	0,71	0,96	0,92
<i>Tyromyces chioneus</i> (Fr.) P. Karst.	0,10	0,09	0,10	0,12	0,07	0,10	0,17
<i>Hapalopilus rutilans</i> (Pers.) Murrill	0,31	0,59	0,52	0,39	0,24	0,38	0,74
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.) Gray	0,24	0,50	0,75	1,27	1,96	2,60	1,77
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt. + <i>D. septentrionalis</i> (P. Karst.) Niemelä + <i>D. tricolor</i> (Bull.) Bondartsev et Singer	1,57	2,88	2,41	2,88	4,99	8,08	9,93
<i>Trichaptum biforme</i> (Fr.) Ryvarden	0,32	2,04	5,39	8,51	8,52	7,12	9,30
<i>Stereum subtomentosum</i> Pouzar	–	0,05	0,20	0,80	2,18	4,08	9,41
<i>Xylodon flaviporus</i> (Berk. & M. A. Curtis ex Cooke) Riebesehl & Langer	–	–	0,01	0,25	1,29	2,93	4,93
<i>Metuloidea murashkinskyi</i> (Burt) Miettinen & Spirin	–	–	0,06	0,21	0,34	0,62	0,31
<i>Skeletocutis nivea</i> (Jungh.) Jean Keller	–	–	0,01	0,05	0,12	0,18	0,23
<i>Oxyporus corticola</i> (Fr.) Ryvarden	–	–	–	0,02	0,22	0,59	0,52
<i>Pycnoporellus fulgens</i> (Fr.) Donk	–	–	–	0,03	0,10	0,05	0,04

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Climacodon pulcherrimus</i> (Berk. & M. A. Curtis) Nikol.	–	–	–	0,01	0,01	0,01	0,05
<i>Ischnoderma resinosum</i> (Schrad.) P. Karst.	–	–	–	0,03	0,05	0,03	0,01
<i>Rigidoporus crocatus</i> (Pat.) Ryvarden	–	–	–	0,04	0,08	0,03	–
<i>Antrodiella foliaceodentata</i> (Nikol.) Gilb. & Ryvarden	–	–	–	0,02	0,03	0,01	–
<i>Rhodofomes roseus</i> (Alb. & Schwein.) Vlasák	–	–	–	0,01	0,02	0,01	–
<i>Tyromyces kmetii</i> (Bres.) Bondartsev et Singer	–	–	–	–	–	0,01	–
<i>Byssomerulius corium</i> (Pers.) Parmasto	–	–	–	–	–	0,01	–
<i>Punctularia strigosozonata</i> (Schwein.) P. H. B. Talbot	–	–	–	–	–	0,01	–
Раневые виды:							
<i>Plicatura nivea</i> (Fr.) P. Karst.	0,19	0,04	0,01	–	–	–	–
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen) P. Karst.	0,29	0,24	0,12	0,06	0,01	–	–
<i>Trametopsis cervina</i> (Schwein.) Tomšovský	0,19	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,02
<i>Trametes pubescens</i> (Schumach.) Pilát	0,62	0,34	0,33	0,25	0,19	0,18	0,22
<i>Chondrostereum purpureum</i> (Pers.) Pouzar	1,89	0,93	0,40	0,13	0,19	0,52	0,21
<i>Cylindrobasidium evolvens</i> (Fr.) Jülich	1,31	0,90	0,81	0,66	0,83	0,72	0,34
<i>Cerrena unicolor</i> (Bull.) Murrill	10,99	5,50	2,94	1,61	2,44	3,90	3,46
<i>Trametes ochracea</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden + + <i>T. versicolor</i> (L.) Lloyd	4,78	4,02	3,68	3,67	5,51	7,34	5,51
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	3,23	3,03	2,65	2,55	2,51	2,07	1,86
<i>Phlebia tremellosa</i> (Schrad.) Nakasone & Burds.	0,66	0,65	0,45	0,52	0,92	0,96	0,83
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.	0,45	0,72	1,47	3,21	5,84	7,37	5,79
<i>Irpelex lacteus</i> (Fr.) Fr.	0,18	0,45	0,51	0,35	0,43	0,50	0,64
<i>Lenzites betulinus</i> (L.) Fr.	0,04	0,07	0,35	1,00	1,80	1,93	1,09
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	–	–	–	0,08	0,28	0,35	0,64
<i>Trametes trogii</i> Berk.	–	–	–	0,04	0,07	0,13	0,27
<i>T. gibbosa</i> (Pers.) Fr.	–	–	–	0,13	0,54	0,64	0,47
<i>Cerrioporus mollis</i> (Sommerf.) Zmitr. & Kovalenko	–	0,01	0,08	0,32	0,67	0,43	0,17
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd	0,04	0,02	0,01	0,04	0,13	0,15	0,11
<i>Oligoporus alni</i> (Niemelä & Vampola) Piątek	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04
<i>Cerrioporus stereoides</i> (Fr.) Zmitr. & Kovalenko	–	–	0,02	0,02	0,03	0,01	–
<i>Postia tephroleuca</i> (Fr.) Jülich	–	–	–	0,01	0,02	0,01	–
<i>Trametes ljubarskyi</i> Pilát	–	–	–	–	–	0,01	–
Всего	100	100	100	100	100	100	100

Примечание. ЛТ – лесотундра, РЛ – редколесья, СВТ – северная тайга, СРТ – средняя тайга, ЮТ – южная тайга, ПТ – подтайга, ЛС – лесостепь.

равнины и относимая к северотаежной зоне. При этом признаки зональной аномалии, связанной с высокой заозеренностью и заболоченностью территории, вызывают особый интерес к предпринятой оценке. Результаты тестирования по ксиломикологической шкале 15 лесных участков парка, представлены на рис. 5. Они показывают, что в большинстве случаев леса парка имеют наибольшее сходство с зональными типами северной тайги и гипоарктических редколесий. Участки

эоловых криволесий (№ 10 и 13) с побережья оз. Нумто соответствуют лесотундровому типу. Наиболее производительные лесные участки парка (№ 2, 3), а также участок № 1 в низовьях р. Казым занимают промежуточное положение между среднетаежным и северотаежным типами, что демонстрирует значительное разнообразие локальных лесорастительных условий северотаежной зоны.

Для оценки степени универсальности западносибирской ксиломикологической шкалы

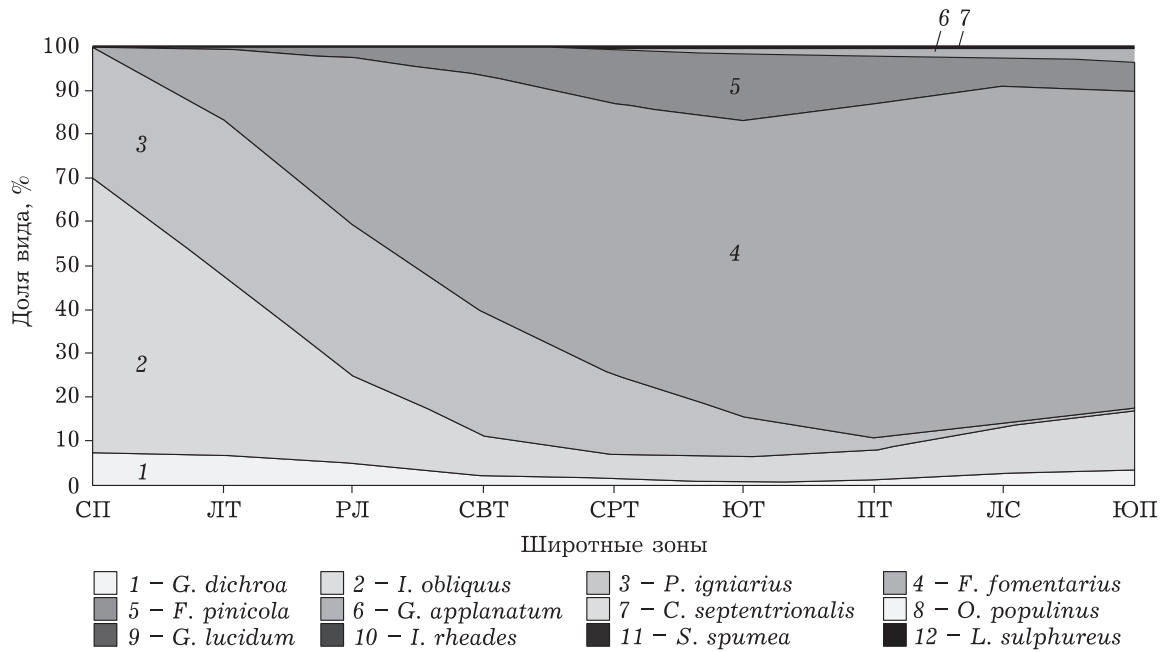


Рис. 2. Широтно-зональное распределение ствольных видов *Betula*-ксиломикокомплекса Западно-Сибирской равнины (обозначения зон см. табл. 1)

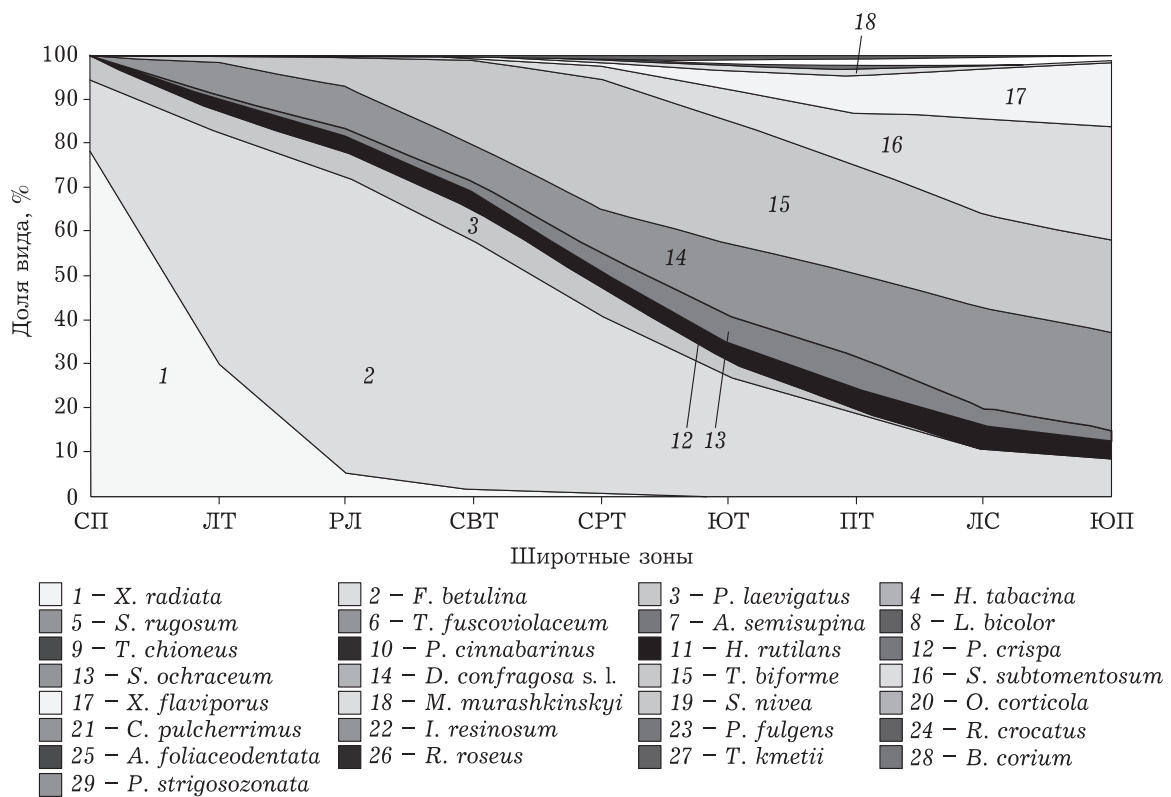


Рис. 3. Широтно-зональное распределение периферийных видов *Betula*-ксиломикокомплекса Западно-Сибирской равнины (обозначения зон см. табл. 1)

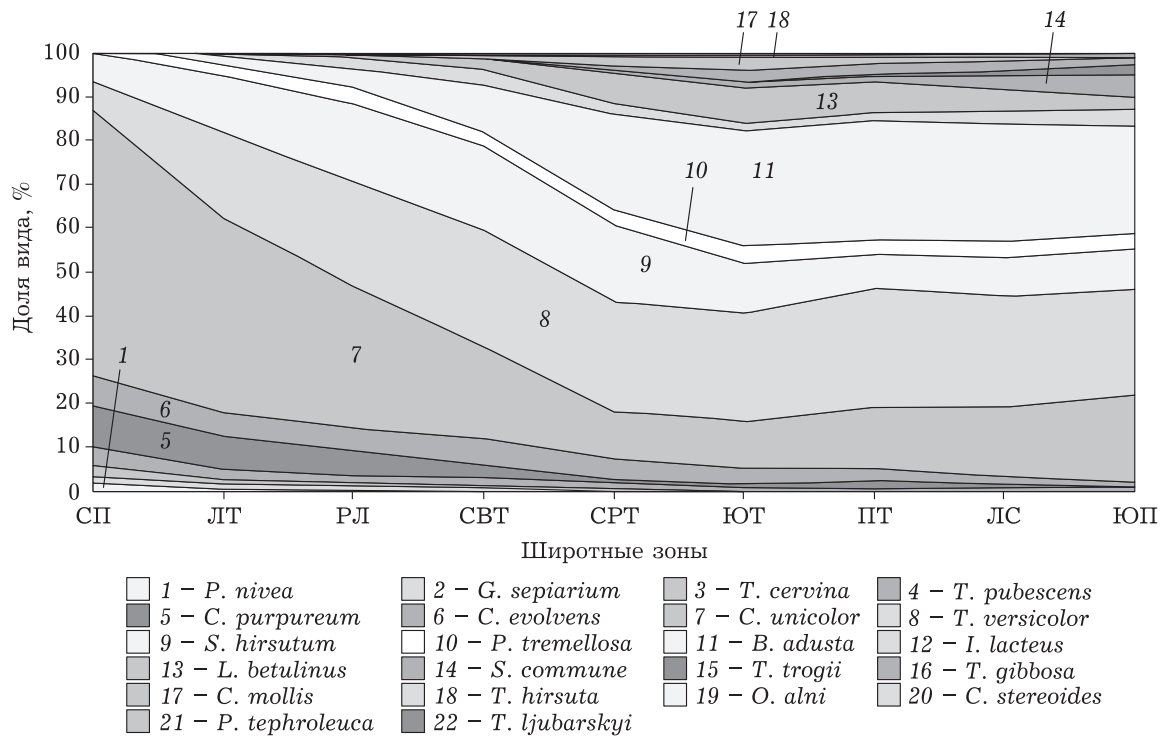


Рис. 4. Широтно-зональное распределение ранних видов *Betula*-ксиломикокомплекса Западно-Сибирской равнины (обозначения зон см. табл. 1)

и возможностей использования ее индикаторных свойств в восточных районах Сибири проанализированы материалы учета афиллофоровых грибов *Betula*-комплекса на пяти участках из разных высотных поясов Забайкалья (см. табл. 3), на которых в целом отмечено 44 вида афиллофоровых макромицетов.

Кластеризация высотно-зональных ксиломикокомплексов Забайкалья по структуре доминирования дала интегральную картину, аналогичную полученной ранее при кластеризации широтно-зональных ксиломикокомплексов Западно-Сибирской равнины [Арефьев, 2010]. Обследованные участки образуют три кластера (рис. 6): 1) степных и остепненных березняков нижнего высотного пояса ("Малый Батор" и "Ара-Иля"); 2) березово-лиственничных лесов и редколесий среднего высотного пояса у оз. Арахлей; 3) горных тундр и лиственничных редколесий верхней границы леса. Последний наименее сходен с другими и образует отдельный мегакластер, остальные входят в лесной мегакластер.

Наибольшее число видов грибов (40) найдено в горелом редколесье на частично остепненном склоне южной экспозиции (кордон "Ара-Иля" парка "Алханай"), такое увели-

чение разнообразия ксилотрофных грибов типично для горельников. Содоминантами являются разрушитель стволовой древесины *Fomes fomentarius* и характерный для гарей *Schizophyllum commune*, субдоминантами – *Gelatoporia dichroa*, *Trichaptum bifforme*, *Laxitextum bicolor*. Обращает внимание наличие редких *Trametopsis cervina*, *Tyromyces kmetii*, а также малохарактерного для березы *Punctularia strigosozonata*.

Вдвое меньшее разнообразие грибов (23) отмечено в близком к нативному состоянию древостое у стационара "Арахлей", где доминирует *Fomes fomentarius*, а субдоминантами являются характерные для усыхающих на корню мелких угнетенных деревьев *Daedaleopsis tricolor* (термофил) и *D. septentrionalis* (гидротермический эврибионт).

На возвышающихся среди степи скалах "Малого Батора" отмечено 17 видов; доминируют стволовой паразит *Inonotus obliquus* и его сукцессор *Gelatoporia dichroa*, содоминант – *Stereum subtomentosum*, характерный для западносибирской лесостепи.

В угнетенном жестком ветровым режимом древостое рекреационной зоны побережья крупного соленого оз. Арахлей отмечено 16 ви-

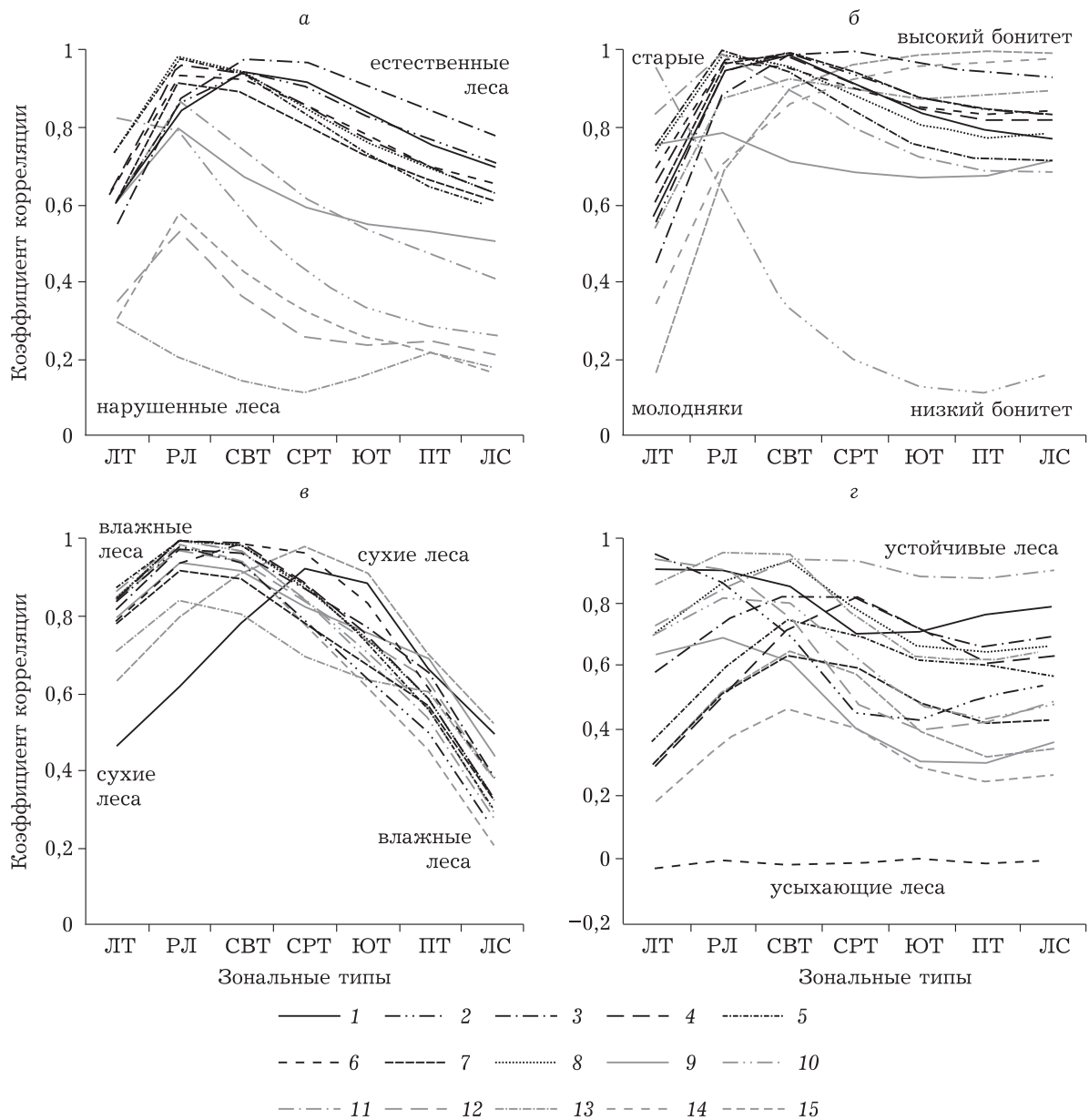


Рис. 5. Спектральные кривые микоценозов лесных участков природного парка "Нумто" при их тестировании по западносибирской широтно-зональной ксилотомикологической шкале. а – по всем функциональным группам, б – по группе стволовых видов, в – по группе периферийных видов, г – по группе раневых видов. Обозначения участков см. табл. 1

дов, среди которых доминируют *Inonotus obliquus* и *Fomes fomentarius*, субдоминанты – развивающийся в основании столов недавно погибших деревьев *Chondrostereum purpureum* и разрушитель заболонной древесины стволов *Trichaptum biforme*.

Наименьшее число видов (шесть) учтено на верхней границе леса в Сохондинском заповеднике, где, несмотря на большой объем работ, удалось найти только несколько ство-

ликов березы, несущих базидиомы. Судя по всему, доминирует *Xanthoporia radiata*, преобладающий и на северном пределе распространения березы в Западной Сибири; остальные виды, также характерные для северных редколесий, отмечены единично.

Для оценки степени универсальности ксилотомикологической шкалы и возможностей использования ее индикаторных свойств в восточных районах Сибири проанализирова-

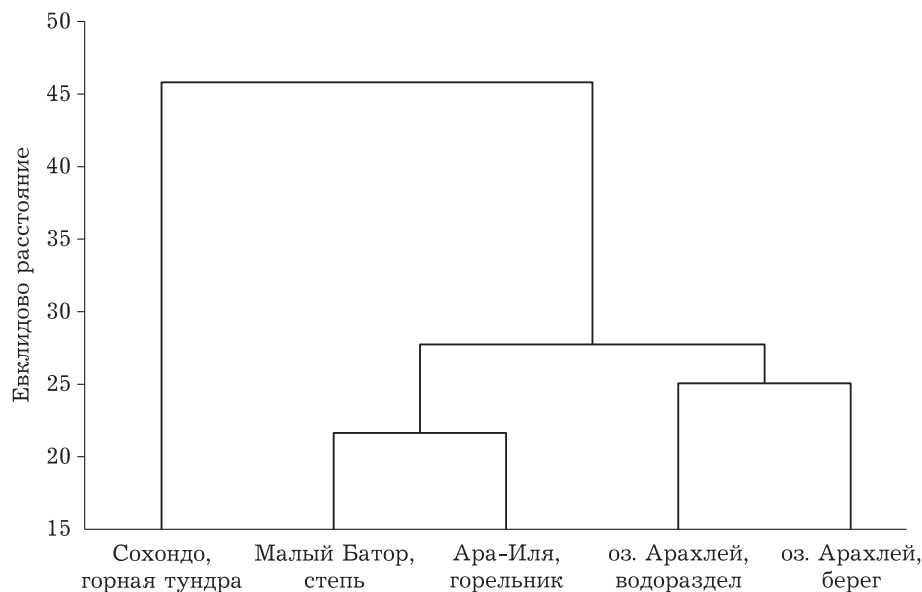


Рис. 6. Кластеры *Betula*-комплексов Забайкалья

ны материалы учета афиллофоровых грибов *Betula*-комплекса на пяти участках из разных высотных поясов Забайкалья (см. табл. 3), на которых в целом отмечено 44 вида афиллофоровых макромицетов.

Наибольшее число видов (40) найдено в средневысотном (850 м над ур. м.) горелом редколесье на частично остепненном склоне южной экспозиции (кордон “Ара-Иля” парка “Алханай”), такое увеличение разнообразия ксилотрофных грибов типично для горельников. Преобладают разрушитель стволовой древесины *Fomes fomentarius* (10 %) и характерный для гарей *Schizophyllum commune* (11 %), обычны *Gelatoporia dichroa* (8,0 %), *Trichaptum biforme*, *Laxitextum bicolor* (по 6,7 %). Обращает внимание наличие редких *Trametes cervina*, *Tyromyces kmetii*, а также малохарактерного для березы *Punctularia strigosozonata*.

Вдвое меньшее разнообразие грибов (23) отмечено в близком к нативному состоянию древостое у стационара “Арахлей”, где преобладает *Fomes fomentarius* (30 %), обычны характерные для усыхающих на корню мелких угнетенных деревьев *Daedaleopsis tricolor* (12 %) и *D. septentrionalis* (6 %).

В березовом криволесье на возвышающихся среди степи скалах “Малого Батора” отмечено 17 видов; преобладают стволовой паразит *Inonotus obliquus* (14 %), его сукцес-

сор *Gelatoporia dichroa* (16 %), а также пирогильный *Stereum subtomentosum* (12 %).

В редколесье на побережье крупного соленого оз. Арахлей отмечено 16 видов, среди которых преобладают *Inonotus obliquus* (25 %) и *Fomes fomentarius* (19 %), а также развивающийся в основании столов недавно погибших деревьев *Chondrostereum purpureum* (12 %) и разрушитель заболонной древесины стволов *Trichaptum biforme* (10 %).

Наименьшее число видов (шесть) учтено на верхней границе леса в Сохондинском заповеднике, где, несмотря на большой объем работ, удалось найти только несколько стволков березы, несущих базидиомы. Судя по всему, доминирует найденный на двух стволках *Xanthoporia radiata*, преобладающий и на северном пределе распространения березы в Западной Сибири; остальные виды, также характерные для северных редколесий, отмечены единично.

Результаты тестирования по западносибирской ксиломикологической шкале пяти лесных участков Забайкалья, представлены в табл. 4. Они показывают, что в спектрах ксиломиценозов большинства участков максимум приходится либо на лесотундру (участок 1), либо на лесостепь (участки 3–4), максимумов в средней части диапазона шкалы, соответствующей наиболее производительным лесам Западной Сибири, в Забайкалье

Спектры сходства (τ) ксиломиценозов лесных участков Забайкалья при тестировании по западносибирской широтно-зональной ксиломикологической шкале

Природная зона Западной Сибири	Участки по Забайкалью					Всего по Забайкалью
	“Верхний Букукун”	“Арахлей”, берег	“Арахлей”, плакор	“Ара-Иля”	“Малый Батор”	
Лесотундра	0,32	0,68	0,40	0,08	0,36	0,61
Редколесья	-0,05	0,38	0,55	0,19	-0,02	0,33
Северная тайга	-0,06	0,52	0,74	0,34	-0,01	0,48
Средняя тайга	-0,10	0,51	0,77	0,40	-0,07	0,46
Южная тайга	-0,16	0,52	0,80	0,45	0,03	0,49
Подтайга	-0,16	0,50	0,85	0,45	0,05	0,51
Лесостепь	-0,17	0,57	0,89	0,55	0,26	0,61

не отмечено. Примечательно, что ксиломиценозы эоловых редколесий с побережья оз. Арахлей и с находящихся среди степи скал “Малый Батор” имеют два спектральных максимума, приходящиеся на противоположные крайние части диапазона шкалы – лесотундру и лесостепь. В спектре обобщенного ксиломиценокомплекса Забайкалья одновременное присутствие лесотундрового и лесостепного максимумов, равных и довольно высоких по величине (0,61), выглядит наиболее отчетливо.

ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам сравнительного анализа спектральных кривых микоценозов разных лесных участков парка “Нумто”, положение максимума кривой указывает на их зональный тип, при этом индикаторное значение имеют абсолютные значения кривой как в максимальной точке, так и во всем зональном диапазоне ксиломикологической шкалы (см. рис. 5). Судя по спектральным кривым, участки с неповрежденным древостоем (№ 1–8) характеризуются наибольшим уровнем микологического сходства с зональными типами по всему диапазону шкалы, при этом их кривые в отличие от кривых участков с слабосомкнутым нарушенным древостоем (№ 9–14) расположены компактно в узком коридоре значений (см. рис. 5 а; табл. 1). Чем выше уровень дигрессии леса, тем меньше уровень микологического сходства по шкале и тем ниже на ней находится спектраль-

ная кривая. Самое низкое положение занимают кривые участков с наибольшей вырубкой (№ 12, 13) и сплошные гари (№ 14).

Более компактно расположены спектральные кривые лесных участков парка, рассчитанные по группе стволовых видов грибов (см. рис. 5, б). По максимумам кривых в большинстве случаев прослеживаются отмеченные выше зонально-типологические соответствия, при этом из основного коридора значений спектральных кривых особенно сильно выделяются экстразональные лесные участки – эоловые криволесья на побережье оз. Нумто (9, 10), а также сплошные гари на территории парка и в низовьях р. Казым (14, 15). Примечательно, что гари по функциональной группе стволовых грибов проявляют наибольшее соответствие южным зональным типам, вплоть до лесостепного, что демонстрирует их более теплый и сухой микроклимат.

Еще более компактно расположены спектральные кривые лесных участков парка, рассчитанные по группе периферийных видов грибов (см. рис. 5, в), низкий уровень вариации значений кривых показывает наиболее жесткое климатическое лимитирование развития грибов на вершинах стволов, в ветвях и поверхностном слое древесины сухостоя деревьев. По максимуму спектральных кривых практически все лесные участки парка соответствуют в этом случае типу гипоарктических редколесий. Отклоняются от узкого общего коридора значений корреляции только спектральные кривые лесных

участков из низовьев р. Казым (№ 1 – неповрежденный и № 15 – гарь), судя по максимумам кривых, соответствующие средне-таежному зональному типу.

Спектральные кривые лесных участков парка, рассчитанные по группе раневых видов грибов (см. рис. 5, 2), характеризуются наибольшим разбросом как по уровню корреляции, так и по максимальным значениям. Вероятно, это происходит в силу малочисленности раневых грибов на ненарушенных участках и наименьшей регулярности состава раневых грибов-эксплерентов в лесах, появление и развитие которых часто определяется случайными антропогенными факторами. Вместе с тем большинство спектральных кривых и в этом случае имеет максимум, соответствующий зональным типам редколесий или северной, реже средней тайги. Наибольший уровень связи (наибольшая высота кривых) характерна для участков, претерпевших выборочные рубки, но не испытывавших физиологического ослабления древостоя. Значительно ниже уровень корреляции для гарей, а самая низкая спектральная кривая с отрицательными значениями корреляции относится к подтопленному участку № 6 на заболоченном побережье озера. То есть низкое положение спектральной кривой в данном случае является индикатором физиологически ослабленного древостоя.

Переходя к возможностям использования западносибирской ксиломикологической шкалы в более широком географическом контексте, отметим, что приведенные выше результаты исследований в Забайкалье показали значительное сходство широтно-зонального и высотно-зонального распределения *Betula*-ксиломикокомплекса в разных регионах Сибири.

В экстремальных условиях горных и равнинных редколесий лесной зоны, произрастающих на границах тундровой и степной зон, в обедненном видовом составе *Betula*-комплекса повсеместно возрастает участие стволовых паразитов, среди которых инвариантным видом является *Inonotus obliquus*. В лесотундре их содоминантом становится *Xanthoporia radiata*, характерный для родственного березе ольховника (*Duschekia fruticosa*), образующего “ольховый пояс” вдоль северной границы леса. В лесостепи содоми-

нантом становится характерный для опаленной древесины *Stereum subtomentosum*, что еще раз подчеркивает пирогенный характер лесостепного биома [Демьянов, 1996]. В горельниках средней части лесной зоны и среднегорной полосы лесов этот вид не так обилен, а видовое разнообразие ксилотрофных грибов намного большее и часто достигает максимальных значений. На крайнем юге лесной зоны увеличивается не только численная доля стволовых паразитов, прежде всего *Inonotus obliquus*, но и их видовое разнообразие (до семи видов в подтаежной зоне Западной Сибири), однако большинство из них встречается единично, наиболее регулярно отмечается *Climacodon septentrionalis* (на отдельных участках до 8 % фракции), который в лесостепных березняках Верхнего Приобья становится обычным [Жуков, 1978].

Наиболее очевидное отличие *Betula*-комплекса Забайкалья в том, что на рассмотренных участках отсутствует *Phellinus igniarius* (на березе единично отмечен только в долине р. Иля). В Западной Сибири развитие данного вида на березе (при прочих равных условиях) указывает на достаточное увлажнение, а его доминирование в северной части региона – на избыток влаги. Таким образом, довольно низкие по сравнению с парком “Нумто” (до 0,68) абсолютные значения спектральных кривых Забайкалья в северной части диапазона западносибирской ксиломикологической шкалы вполне закономерно показывают известную сухость климата Забайкальского края (см. табл. 4). При тестировании по данной шкале криоаридный климат Забайкалья закономерно проявляется и в одновременном присутствии равнозначимых максимумов (по 0,61) как в лесотундровой, так и в лесостепной части спектральных кривых ксиломикоккомплекса региона, обнаруживая известный феномен забайкальской тундростепи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что изменение долевой численности видов дереворазрушающих грибов в широтно-зональном диапазоне Западно-Сибирской равнины носит закономерный гради-

ентный характер. Случайные флуктуации зональных распределений видов обычно вызваны неполной сопоставимостью наборов участков учета грибов в разных зонах по таксационным показателям и степени нарушенности древостоев. Такие флуктуации устраняются при дифференциации ксиломикокомплекса на экологически сопоставимые функциональные группы видов (стволовые, периферийные, раневые), а также при взвешенном выравнивании широтно-зонального распределения доли видов.

Для большинства видов выделяется один широтно-зональный оптимум в северной (*Phellinus igniarius*, *Xantoporia radiata*), средней (*Fomitopsis pinicola*, *Trichaptum biforme*) или южной части диапазона (*Ganoderma applanatum*, *Stereum subtomentosum*). Для ряда видов (*Inotus obliquus*, *Haralopilus rutilans*, *Cerrena unicolor* и др.) характерно наличие двух оптимумов – в экстремальных (или субэкстремальных) редколесных северной и южной частей широтно-зонального диапазона. Отмечены также виды, доля которых в разных зонах почти одинакова, что наиболее характерно для раневых эксплерентов (*Phlebia tremellosa*, *Stereum hirsutum*, *Trametes versicolor*). Каждый широтно-зональный ксиломикокомплекс характеризуется уникальной структурой доминирования видов, определяемой, прежде всего, гидротермическим режимом широтной зоны – прямо или опосредованно (через влияние климата на параметры отдельных деревьев, древостоя и лесной среды).

Последовательность западносибирских широтно-зональных ксиломикокомплексов апробирована в качестве шкалы для индикации лесорастительных условий и параметров древостоя конкретных лесных участков природного парка “Нумто”. Расчет корреляции численного состава ксиломикоценоза конкретного лесного участка и широтно-зональных ксиломикокомплексов в рамках шкалы позволяет построить спектральную кривую ксиломикоценоза, по которой можно судить о лесорастительных условиях и состоянии древостоя на участке. Максимум спектральной кривой обычно соответствует широтно-зональной принадлежности участка, но в ряде случаев показывает его экстразональный характер. Это отмечается для наиболее и наименее

производительных древостоев; нарушенные пожарами и рубками леса часто соответствуют более южным широтно-зональным типам.

По абсолютным значениям спектральной кривой можно судить о степени нарушенности древостоя: численная структура микоценозов с нарушенных лесных участков слабее коррелирует со структурой широтно-зональных микокомплексов во всем их диапазоне. Если в нормально развивающихся древостоях корреляция достигает уровня свыше 0,9, то в сильно нарушенных она не превышает 0,6. При дифференциации ксиломикокомплекса и построении спектральных кривых по группе стволовых видов положение кривой в северной части диапазона указывает на возраст древостоя (низкое, до 0,5 – молодняки, высокое, свыше 0,8 – перестойные леса). Положение кривой в южной части диапазона указывает на производительность леса (низкое, до 0,1 – для эоловых криволесий, более высокое, порядка 0,8 – для типичных суходольных лесов северной тайги). Наиболее компактно расположены спектральные кривые по группе периферийных видов, их максимум обычно соответствует зональной принадлежности участка, а наиболее высокое положение кривой южной части диапазона (до 0,5) является индикатором сухих типов леса. Спектральные кривые по группе раневых видов показывают физиологическое состояние древостоя (в подтопленном усыхающем древостое уровень спектральной кривой близок к 0).

Сравнительный анализ широтно-зонального ксиломикокомплекса Западно-Сибирской равнины и высотно-зонального ксиломикокомплекса Забайкалья показал близкие закономерности изменения их видового состава и структуры доминирования по гидротермическому градиенту. Выявленные отличия объясняются в основном засушливым климатом Забайкалья, и, соответственно, малым участием гидрофильных видов даже в лесотундровой части диапазона. При этом отмечено повышенное сходство структуры микоценозов Забайкалья как с лесотундровым, так и с лесостепным широтно-зональными ксиломикоценозами Западной Сибири, что демонстрирует известный феномен “тундростепи”, элементы которого сохраняются в рас-

тительном покрове Забайкалья [Намзалов, 2012].

Работа выполнена по госзаданию согласно Плану НИР ТюмНЦ СО РАН на 2018–2020 гг., протокол № 2 от 08.12.2017 г. Приоритетное направление VI.5.2.; Программа VI.5.2.1.; проект № 0371-2018-0032.

ЛИТЕРАТУРА

- Арефьев С. П. Микологические показатели дигрессии леса // Проблемы взаимодействия человека и природной среды: мат-лы итоговой науч. сессии ИПОС СО РАН 2000 г. Тюмень, 2001. С. 93–97.
- Арефьев С. П. Оценка состояния лесных экосистем при сопоставлении ценотических группировок дереворазрушающих грибов с зональными типами // Проблемы взаимодействия человека и природной среды: мат-лы итоговой науч. сессии ИПОС СО РАН 2002 г. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2004. Вып. 5. С. 137–146.
- Арефьев С. П. Система афиллофороидных грибов в зеркале экологии // Мусена. 2003. Т. 3. С. 4–46.
- Арефьев С. П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.
- Биологическое разнообразие национального парка “Алханай”: результаты современных исследований: труды национального парка “Алханай” / отв. ред. М. Ц. Итигилова. Чита: Экспресс-изд-во, 2009. Вып. 1. 228 с.
- Бондарцева М. А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998. Вып. 2. 391 с.
- Бондарцева М. А. Факторы, влияющие на распространение афиллофоровых грибов по типам леса // Проблемы изучения грибов и лишайников. Тарту, 1965. С. 23–28.
- Бондарцева М. А., Пармасто Э. Х. Определитель грибов СССР: Порядок афиллофоровые. Л.: Наука, 1986. Вып. 1. 192 с.
- Валеева Э. И., Московченко Д. В., Арефьев С. П. Природный комплекс парка “Нумто”. Новосибирск: Наука, 2008. 280 с.
- Демьянов В. А. О понятии “лесостепь” // Изв. РАН. 1996. № 2. С. 153–159.
- Жуков А. М. Грибные болезни лесов Верхнего Приобья. Новосибирск: Наука, 1978. 248 с.
- Змитрович И. В. Филогенез и адаптациогенез полипоровых грибов (семейство Polyporaceae s. str.): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2017. 61 с.
- Каратыгин И. В. Козволюция грибов и растений // Тр. Ботан. ин-та РАН. Вып. 9. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 119 с.
- Комплексное районирование лесов Тюменской области: метод. рекомендации / сост. Е. П. Смолоногов, А. М. Вегерин. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. 88 с.
- Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 232 с.
- Мухин В. А. Широкая дифференциация грибной биоты Западно-Сибирской равнины // Эколого-флористические исследования по споровым растениям Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 70–78.
- Намзалов Б. Б. К вопросу о реликтах во флоре и растительности степных экосистем Байкальской Сибири // Растительный мир Азиатской России. 2012. № 2 (10). С. 94–100.
- Рипачек Р. Биология дереворазрушающих грибов. М.: Лесн. пром-сть, 1967. 276 с.
- Степанова Н. Т. Эколого-географическое распространение некоторых видов афиллофоровых грибов на Урале // Микол. и фитопатол. 1969. Т. 3, № 1. С. 27–38.
- Степанова-Картавенко Н. Т. Афиллофоровые грибы Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1967. 293 с.
- Стороженко В. Г., Бондарцева М. А., Соловьев В. А., Крутов В. И. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. 221 с.
- Томилини Б. А. Факторы внешней среды, влияющие на распространение грибов в растительных сообществах // Ботан. журн. 1964. № 2. С. 230–238.
- Ширяев А. Г., Арефьев С. П., Котиранта Х. Афиллофоровые, гетеробазидиальные и экзобазидиальные грибы российской части Даурии // Микол. и фитопатол. 2013. Т. 47, вып. 1. С. 36–45.
- Ширяев А. Г., Мухин В. А., Котиранта Х., Ставищенко И. В., Арефьев С. П., Сафонов М. А., Косолапов Д. А. Биоразнообразие афиллофоровых грибов Урала // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий: мат-лы Всерос. конф. Екатеринбург: Гоцицкий, 2012. С. 311–313.
- Gilbertson R. L., Ryvarden L. North American Polypores. Vol. 1. Abortiporus – Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 1986. P. 1–433.
- Gilbertson R. L., Ryvarden L. North American Polypores. Vol. 2. Megasporenia – Wrightoporia. Oslo: Fungiflora, 1987. P. 437–885.
- Karström M. Steget fore – en presentation (the project one step ahead – a presentation) // Svensk Bot. Tidskr., 1992. Vol. 86, N. 3. P. 103–114.
- Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaiset käävät Suomessa. Tonien, Uudistettu Painos. Helsinki: S. Y. E., 1996. 184 p.
- Nordic Macromycetes. V. 3: Heterobasidioid, Aphyllophoroid Ahd Gasteromycetoid Basidiomycetes / eds. L. Hansen, H. Knudsen. Copengagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.
- Ryvarden L., Gilbertson R. L. European Polypores. Part. 1. Abortiporus – Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 1993. P. 1–387.
- Ryvarden L., Gilbertson R. L. European Polypores. Part. 2. Meripilus – Tyromyces. Oslo: Fungiflora, 1994. P. 388–743.

Shiryaev A. G., Kotiranta H., Mukhin V. A. et al. Aphyllophoroid Aungi of Sverdlovsk Region, Russia: Biodiversity, Distribution, Ecology and IUCN Threat Categories. Ekaterinburg: Gochchitskiy Publ., 2010. 304 p.

Signalarter G. Indikatorer på Skyddsvärd Skod. (Flora Över Kryptogamer). Skogsstyrelsens Förlag, 2000. 384 p.

Zmitrovich I. V., Wasser S. P., Tura D. Wood-inhabiting fungi // Fungi from different substrates. N.Y.: CRC Press, Taylor and Francis group, 2015. P. 17–74.

The West Siberian Latitudinal Xylomycological Scale and Its Use for Indication of Forest Conditions

S. P. AREFYEV^{1,2}

¹ *Institute of Problems of Development of the North (Federal Research Center of Tyumen Scientific Center) of the Siberian Branch of the RAS
625026, Tyumen, Malygina str., 86
E-mail: sp_arefyev@mail.ru*

² *Tyumen State University
625003, Tyumen, Volodarskogo str., 6*

According to the quantitative account the aphyllophoroid macromycetes of a *Betula*-complex on 207 sites of the territory of the West Siberian Plain in the range from the forest-tundra to the forest-steppe, width and zone consistent patterns of the biota of the xylotrophic fungi are determined. It is shown that the structure of width and zone xylomycocomplexes of the region is defined, first of all, by the climatic factors which are characterized by the expressed hydrothermal gradient and influencing fungi as directly, and through formation of the forest stands corresponding to climate. The sequence of width and zone xylomycocomplex of the region is offered as a scale for indication of forest vegetation conditions and parameters of a forest stand of the concrete timberland. Possibilities of indication are expanded with differentiation of xylomycocomplex and, respectively, its width and zone scale on functional fractions of fungi (stem, peripheral and wound types). The scale is used for an assessment of a condition of the woods of the natural park “Numto” (northern taiga) and approved on its 15 various wood lots. For the characteristic of each site coefficients of correlation of numerical structure of this mycocoenosis and the zone xylomycocomplex in the range from the forest-tundra to the forest-steppe taken as in general and on functional groups are calculated. The configuration of the spectral curves of a site received thus and their mutual situation shows features of the hydrothermal mode of a site, impact on a forest stand of mechanical damages, its physiological state, completeness, site class, age. In particular, by results of the carried-out mycological indication, forest vegetation conditions of the timberland of park broken by cabins and the fires correspond to forest vegetation conditions of the zones lying to the south of the park territory. Noted regularities of the West Siberian width and zone xylomycocomplexes scale are characterized by the defined universality for a forest biome of Siberia that is confirmed by the similar regularities received when studying high-rise and zone distribution of xylomycocomplex of Transbaikalia.

Key words: mycobiota, wood-decaying fungi, nature zone, assessment of forest condition, bioindication, Siberia.