

Булгаков ТС Инвазии чужеродных фитопатогенных грибов на юге европейской части России в XXI веке: мучнисторосяные грибы на деревьях и кустарниках // X Чтения памяти ОА Катаева Т 2: матер междунар науч-практ конф, Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 г СПб: СПбГЛТУ, 2018 С 11–12

Долженко ВИ Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве СПб, 2009 377 с

Игнатова ЕА, Айба ЛЯ, Карпун НН, Осташева НА, Акайба ЮГ, Шинкуба МШ, Защита фундука от вредных организмов на Черноморском побережье Кавказа Сухум-Сочи, 2015 33 с

Михайлова ЕВ, Пантия ГГ, Карпун НН Фитопатологическое состояние культуры фундука во влажных субтропиках России // Фундаментальные и прикладные аспекты продовольственной безопасности: матер VI Всерос науч-практ конф с междунар участием, Большие Вяземы, 21–24 ноября 2023 г Большие Вяземы: ФГБНУ ВНИИФ, 2023 С 153–155

Пантия ГГ, Михайлова ЕВ, Карпун НН Фунгицид Полар 50 в борьбе с мучнистой росой фундука в условиях влажных субтропиков Черноморского побережья Кавказа // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: III всерос конф с междунар участием М-Красноярск: ИЛ СО РАН, 2022 С 110–111

Смольякова ВМ Методические указания по фитосанитарному и токсикологическому мониторингу плодовых пород и ягодников Краснодар, 1999 25 с

РОЛЬ ФЕНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАКРОМИЦЕТОВ

С.М. Музыка¹

¹Иркутский государственный аграрный
университет им. А.А. Ежевского,
г. Иркутск, Россия

MEANING OF PHENOLOGY FOR TO INVESTIGATE OF ECOLOGICAL FEATURES OF MACROMYCETES

S.M. Muzyka¹

The data on the phenology of macrofungi have been accumulated, but they are considered difficult objects for observation. The mycelium of the fungus is hidden in the substrate and is difficult to observe. Scientists have made a significant contribution to the study of the seasonal development of fungi. In scientific papers have noted the cyclicity and rhythm of the formation of basidiomes. The shift in phenological phases is an indicator of climate change, but when analyzing it, difficulties arise in comparing data.

Нами изучены работы по сезонной динамике плодоношения макромицетов в Ленинградской (Журавлев, 1936; Матвеев, 1976), Новгородской (Русаков, 1968), Иркутской (Музыка, 2002), Кировской (Колупаева, 1971; Сенникова, 1984, Кириллов, 2011), Оренбургской (Сафонов, 2013), Полтавской (Ганжа, 1959) областях, Якутии

(Петренко, 1978), Карелии (Шубин, 1990), Арктике (Васильков, 1967), Кузнецком Алатау (Петренко, Лапицкая, 1980), Подмосковье (Бурова, 1986), южной части Красноярского края (Беглянова, 1972), Прихубсугулье (Петров, 1982). Это далеко не весь перечень публикаций, фенологию грибов исследуют на всех континентах (Egbe, 2013).

Плодоношение грибов является сезонным явлением, но время и масштабы роста грибов в широтных градиентах различаются из года в год. В районах со средними и теплыми среднегодовыми температурами возможности плодоношения не ограничиваются температурой. Напротив, в районах с низкими температурами потепление увеличивает общую продолжительность плодоношения. Несмотря на то, что влажные тропические леса характеризуются однородными температурными условиями, высоким общим количеством осадков и низким колебанием их сезонности, время плодоношения макромицетов также характеризуется определённой периодичностью. Плодоношение большинства макромицетов независимо от природной зоны происходит, как правило, в узком интервале времени, когда появляется «окно возможностей» для конкретного вида грибов.

В России накоплен значительный опыт проведения фенологических работ в заповедниках, но более половины из них не проводят наблюдения за грибами (Минин, 2020). Для понимания ситуации нами были просмотрены летописи природы, размещенные в полной версии в открытом доступе на официальных сайтах заповедников. Отмечены весьма разные подходы за ведением записей о грибах. В большинстве случаев в заповедниках отмечают фенологию хорошо известных массовых видов съедобных грибов. Например, в летописях Байкальского биосферного заповедника приведены сроки 20 видов макромицетов. С изменением природоохранного законодательства летопись природы теперь стала необязательным документом.

Отмечается отсутствие унификации в названиях признаков фенологических фаз шляпочных грибов. В разных работах принципиально разные явления могут иметь одно и то же название, а для обозначения одного явления используют разные термины. Предлагается отмечать три фазы (Рекомендации, 2020) развития грибов (первое появление, массовое появление плодовых тел первого слоя, последняя встреча плодовых тел). Последнее появление плодовых тел, вероятно, подразумевает полное прекращение их роста. Здесь не уточняют, как фиксировать период времени массового появления, и почему нужно отмечать дату пика численности вида только в первом слое, если он не считается самым массовым. Для оценки плодоношения макромицетов в фенологии применяются глазомерные шкалы обилия, общности, пространственного распределения.

«Слоем» грибов называют способность некоторых видов плодоносить несколько раз в течение сезона. Основанием термина является то, что мицелий располагается в субстрате слоями на разной глубине. Также этому явлению дают определение «волны» или «периода» появления грибов (Матвеев, 1976). Слоем также называют массовый рост грибов в относительно короткий промежуток времени (Скрябина, Ларина, 1965; Сенникова, 1981). В благоприятные годы в тундре наблюдается только 1 слой, в лесотундре 2 слоя (Васильков, 1967). В лесах Кировской области может быть один слой, при благоприятных условиях 2-3 слоя (Сенникова, 1981). Иногда в лесной зоне отмечают до 5 слоев. Период плодоношения у большинства видов растянут, при его определении могут быть допущены погрешности.

Беглянова (1972) в условиях юга Сибири выделяет только позднелетний слой. Однако это не значит, что до его начала грибов вообще не было, но все те же, хорошо известные маслята, подберезовики, подосиновики и другие грибы с начала до середины лета могут встречаться так редко, что обычно их находка рассматривается как удача.

Один слой в течение короткого периода может дать более высокую урожайность, чем три слоя вместе охватывающие более длительный период (Колупаева, 1971). В годы с двумя и более слоями плодоношение наступает на 5-10 суток раньше, чем в годы с одним слоем. В горной местности с увеличением абсолютной высоты сроки плодоношения резко сокращаются, с уменьшением высоты увеличиваются как сроки, так и урожаи грибов (Петров, 1982). Такие же закономерности отмечаются с продвижением на север к тундре. Слой можно выделять для одного вида грибов, но чаще всего под слоем имеют в виду почти одновременное массовое появление нескольких видов доминантов и сопутствующих им макромикетов с общими сроками плодоношения. В фенологических наблюдениях можно выделять порядок появления грибов в пределах систематических групп (например, порядок появления грибов рода *Russula*, *Amanita*, *Tricholoma*).

Время появления первых грибов у одного вида не синхронны даже в одних и тех же относительно ограниченных территориально местах, но разных биотопах. В хвойных и смешанных лесах одни и те же виды грибов могут плодоносить позже, чем в березняках. В молодняках также грибы начинают плодоносить раньше, в разных лесах отличается продолжительность и время окончания плодоношения (Сенникова, 1984). Белые грибы в Новгородской области появились 18 июня на опушках в высокоствольных ельниках, а в смешанных лесах только 19 сентября. Даты окончания плодоношения, соответственно 3 октября и 30 октября (Русаков, 1964). Тип леса, высотный градиент, состав, возраст, происхождение и другие характеристики элементов среды обитания грибов также могут влиять на их фенологию и распространение.

При одинаковых физико-географических условиях одни виды грибов плодоносят часто и обильно, а некоторые виды из-за отсутствия плодовых тел остаются вовсе неучтенными (Беглянова, 1972). Для разных лесов характерны фоновые виды макромикетов. С весны до глубокой осени отмечается нарастание количества видов грибов и не всегда закономерный порядок их появления. Происходит смена грибного аспекта по доминантам. Для каждого типа леса характерны доминирующие виды грибов, которые плодоносят ежегодно, хотя их обилие существенно меняется. В течение сезона грибное сообщество – микоценоз, меняется. Аспект микоценоза обычно дают несколько видов доминантов одновременно (Ганжа, 1959). Грибной компонент при благоприятных условиях составляет заметный фон растительного покрова.

Экспедиция в конце августа 2008 года в Катанский район (самый север Иркутской области), пришлась на самый массовый рост грибов (Музыка, 2009). В лиственных лесах основной аспект создавали болетины (*Boletinus asiaticus*, *B. spectabilis*, *B. cavipes*, *Psiloboletinus lariceti*), а в сосновых лесах – подосиновик красный (*Leccinum vulpinum*) (рис.), маслята (род *Suillus*) и рядовки (род *Tricholoma*).

Фенология разных экологических (трофических) групп грибов также имеет свои особенности. Обнаружено более согласованное плодоношение симбионтов по сравнению с другими трофическими группами грибов. Симбионты показывают более слабый уровень плодоношения весной по сравнению с редуцентами.

Время появления будет различно для отдельных лет и для отдельных мест в течение одного сезона. Установлено, что урожаи и сроки появления грибов определяет сочетание погодных условий. В урожайные годы продолжительнее плодоношение и беднее видовой состав грибов, и наоборот. В.И. Шубин (1990) выделяет виды с меньшей зависимостью от погодных условий лета. М.Р. Ратова (2014) отмечает разную метозависимость грибов.



Рис. *Leccinum vulpinum*
(Катанский район, фото автора, 26.08.2008)

На степень точности данных влияют методики получения фенологической информации. Многолетние исследования должны выполняться на постоянных маршрутах и площадках, в то же время сукцессии биоценоза могут оказывать влияние на фенологию грибов с течением времени в точечных локациях.

В последние годы наблюдается все менее выраженное наличие признаков для четкого разграничения по времени грибных слоев. В южной части Беларуси отмечается устойчивая тенденция того, что ранние виды грибов, начинают свое плодоношение одновременно с поздними (Шапорова, 2021). С конца 1980-х годов на территории Беларуси стали интенсивно проявляться современные процессы изменения климата.

Вероятно, климатические изменения повлияли на расширение ареала белого гриба (*Boletus edulis*) в Иркутской области и увеличение его общей урожайности.

В 2025 году в окрестностях пос. Молодёжный Иркутского района первые подстилочные сапротрофы появились через неделю после начала сокодвижения у березы, 1 мая. На севере региона грибы начинают появляться на 2 недели позже. В региональном заказнике «Чайский» ежегодно в мае находят биссонектрию (*Bissonectria terrestris*).

В заключение следует указать следующее:

В фенологических наблюдениях за макромицетами отмечают, как правило, только даты наступления трех фаз: «первое появление», «массовый рост», «исчезновение плодовых тел». Необходимо усовершенствование методики по ведению наблюдений за грибами с единообразными индикаторными признаками фенологических фаз грибов для получения сопоставимых данных.

Не всякое появление грибов следует называть «слоем». Слой – это явление практически синхронного относительно массового роста одного или нескольких видов грибов. Слои характеризуются обилием, нарастанием, пиком, продолжительностью, продуктивностью, спадом. Между слоями наблюдается период грибного отсутствия.

Изменение климата может приводить к фенологическим несоответствиям грибов с другими организмами, что может иметь последствия для их роли в природных системах. В связи с глобальным потеплением прогнозируется изменение пространственно-временных характеристик макромицетов.

Литература

Egbe Enow Andrew, Tonjock Rosemary Kinge, Ebai Maureen Tabi1, Nji Thioba13 and Afui Mathias Mih Diversity and distribution of macrofungi (mushrooms) in the Mount Cameroon Region // *Journal of Ecology and the Natural Environment*, Vol 5(10), pp 318-334

Беглянова, МИ Флора агариковых грибов южной части Красноярского края– Ч 1 Красноярск: Красноярский гос пед ин-т, 1972 – 207 с

Бурова, ЛГ Экология грибов-макромицетов– М: Наука, 1986 – 222 с

Васильков, БП О грибах (макромицетах) Советской Арктики – Микология и фитопатология, Т1, вып1, 1967 – С17-25

Ганжа, РВ О шляпочных грибах и запасах съедобных грибов в сосновых лесах Полтавщины // *Ботан журн*– 1959– Т 44, №2– С 193-197

Журавлев, ИИ О грибных ресурсах наших лесов // *Лесное хоз-во*– 1938– №2– С 27-61

Кириллов, ДВ Биоценология макромицетов в экосистемах Кировской области: специальность 030208 «Экология (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Кириллов Дмитрий Валерьевич – Киров, 2011 – 179 с

Лапицкая, ЛС Съедобные грибы Среднего Енисея // *Лесные растительные ресурсы Средней Сибири*– Красноярск: ИЛиД, 1986– С 80-86

Матвеев, ВА Сезонное развитие шляпочных грибов и определяющие его метеорологические факторы // *Микология и фитопатология*– 1976– Т 10, вып 1– С 13-18

Минин, АА Состояние фенологических наблюдений и исследований в России *Летопись природы России: фенология* / АА Минин, ИВ Прокошева, ИИ Сапельникова, ЕА Шуйская // *Материалы I Международной фенологической школы-семинара в Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике 13-17 августа 2018 г Великие Луки*– 2018– С8-17

Музыка, СМ Макроскопические грибы в мониторинге окружающей природной среды северных районов Иркутской области / СМ Музыка // *Хвойные бореальной зоны* – 2009 – Т 26, № 1 – С 126-131

Музыка, СМ Фенологические сроки развития макромицетов в северном Присаянье / СМ Музыка // *Вестник ИрГСХА* – 2002 – № 22 – С 82-87

Петренко, ИА Сезонная динамика плодоношения макромицетов в сосняках Центральной Якутии // *Лесные растит ресурсы Сибири*– Красноярск: ИЛиД, 1978– С 89-95

Петренко ИА Микофлора пихтовых лесов Кузнецкого Алатау / ИА Петренко, ЛС Лапицкая // *Биолог ресурсы лесов Сибири*– Красноярск: ИЛиД, 1980– С 55-73

Петров, АН Фенология и динамика биомассы макромицетов в различных фитоценозах горы Мунку-Сардык (Восточный Саян) // *Природные условия и ресурсы Прихубсугулья*– Иркутск: Изд-во Иркут ун-та, 1982– С 36-45

Ратова, МР Экологическая приуроченность съедобных грибов лесных насаждений Красноярской лесостепи: специальность 030208 «Экология (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Ратова Мария Равиловна– Красноярск, 2014– 201 с

Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России / А А Минин, А А Ананин, Ю А Буйволов [и др] // *Nature Conservation Research Заповедная наука*– 2020– Т 5, № 4 – С 89-110

Сафонов, МА Феноэкология базидиальных грибов в условиях Южного Приуралья / МА Сафонов // *Успехи современного естествознания* – 2013 – № 8 – С 119-125

Сенникова, ЛС Урожайность съедобных грибов в Кировской области // Микология и фитопатология – 1984– Т 18, вып 6– С 455-459

Скрябина, АА Урожайность съедобных грибов в разных типах леса / АА Скрябина, ТГ Ларина // Растит ресурсы– 1967– Т 3, вып 2– С 202-204

Шапорова, ЯА Ресурсный потенциал дикорастущих макромицетов в Республике Беларусь / ЯА Шапорова // Биоразнообразие грибов и лишайников особо охраняемых природных территорий: Материалы конференции, п Домжерицы, 29 сентября – 01 октября 2021 года– п Домжерицы: ООО «Колорград», 2021– С 190-199

Шубин, ВИ Макромицеты лесных фитоценозов и их использование – Л: Наука, 1990– 197 с

ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ И УГЛЕРОДНОГО ДЫХАНИЯ ДРЕВЕСНОГО ДЕБРИСА В ЛЕСОТУНДРЕ И ЛЕСОСТЕПИ

Мухин В.А.¹, Диярова Д.К.¹, Жуйкова Е.В.¹

¹Институт экологии растений
и животных УрО РАН,
victor.mukhin@ipae.uran.ru

DYNAMICS OF WOODY DEBRIS HUMIDITY AND CARBON RESPIRATION IN FOREST-TUNDRA AND FOREST-STEPPE

Mukhin V.A.¹, Diyarova D.K.¹, Zhuykova E.V.¹

The results of ecological and physiological study of gas exchange of xylotrophic fungi and humidity of woody debris destroyed by them in forest-tundra and forest-steppe are presented. It is shown that a) CO₂ gas exchange of wood destroyed by xylotrophic fungi in both zones positively correlates with their humidity, but most closely in the forest-steppe, b) under equal conditions the dynamics of humidity and gas exchange of wood residues from forest-steppe and forest-tundra differ significantly.

Комплекс вопросов о причинах изменения климата и его возможных экологических последствиях находится в фокусе научного и общественного внимания. Одними из особо чувствительных и уязвимых к климатическим изменениям объектов являются популяции, находящиеся на границах видовых ареалов. К их числу относятся лесотундровые и лесостепные популяции, находящиеся на северной и южной климатической границе древесной растительности и связанной с ней лесной биоты. В лесотундре основным лимитирующим фактором является дефицит тепла при относительном избытке влажности, а в лесостепи – дефицит влажности при относительном избытке тепла (Милюков, 1977). Можно предполагать, что ксилотрофные грибы южной и северной границ леса обладают некоторыми альтернативными эколого-физиологическими особенностями, имеющими адаптивное значение в соответствующих климатических условиях.

Для проверки этой гипотезы нами был проведен цикл эколого-физиологических работ по изучению газообмена ксилотрофных грибов в зависимости от влажности разрушаемой ими древесины в лесотундре и лесостепи. В качестве объектов были