

В заключение – несколько примеров интересных наблюдений. Редкий вид *C. acuminata* с преимущественно таежным распространением встретился в Приокском районе дважды, в обоих случаях на территориях зарастающих карьеров на песчаных или песчано-известняковых почвах на открытых местах. Все находки *C. islandica* отмечены вблизи лесных дорог и вдоль противопожарного рва на песчаной или супесчаной почве, в частично нарушенных местообитаниях. Таежные виды *C. borealis*, *C. turgida*, *P. malacea*, *S. tomentosum* в настоящий момент отмечены только в Приокском ботанико-географическом районе и пока не обнаружены в других частях области, что подчеркивает бореальные черты данной территории. Проведенное исследование демонстрирует высокое разнообразие лишенобиоты северо-запада области и перспективы осуществления дальнейших исследований.

Литература

Muchnik E.E., Paukov A.G., Novoselova E.A., Svetasheva T. Yu. Additions to the lichen flora of the Tula Region II // Ботанический журнал, 2025. (в печати).

Nimis P.L., Conti M., Martellos S. ITALIC 8.0, the information system on Italian lichens. URL: <https://italic.units.it/index.php> (date of access: 24.05.2025)

Новоселова Е.А. Наблюдения лишайников в Тульской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.inaturalist.org/observations?project_id=funga-of-tula-oblast-griby-tulskoy-oblasti&subview=map&user_id=lena_novoselova&verifiable=any (дата обращения 22.05.2025)

Цуриков А.Г. Жизненные формы лишайников Беларуси // Ботанический журнал, 2020, Т105, № 6. С. 523–541.

Шереметьева И. С., Хорун Л. В., Щербаков А. В. Конспект флоры сосудистых растений Тульской области. Под ред. проф. В. С. Новикова. Тула: Гриф и К. 2008. 274 с.

МИКОБИОТА ВАЛЕЖНЫХ СТВОЛОВ *PICEA ABIES* ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МЕТАГЕНОМНОГО АНАЛИЗА (ЗАПОВЕДНИК «КИВАЧ», РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Нуколова А.Ю.¹, Кикеева А.В.¹, Фомина Е.В.¹,
Ромашкин И.В.¹, Крышень А.М.¹

¹Институт леса КарНЦ РАН,
ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,
a.nukolova@yandex.ru

MYCOBIOTA OF *PICEA ABIES* DOWNED LOGS BASED ON THE METAGENOMIC ANALYSIS (KIVACH NATURE RESERVE, REPUBLIC OF KARELIA)

Nukolova A.Y.¹, Kikeeva A.V.¹, Fomina E.V.¹,
Romashkin I.V.¹, Kryshen A.M.¹

Abstract. The paper reports facts on the mycobiota diversity on Picea abies (L.) H.Karst. downed logs of advanced decay classes. Surveys were carried out in native undisturbed mid-boreal spruce stands in the Kivach State Nature Reserve (Republic of

Karelia). The mycobiota was analyzed by metagenomic next-generation sequencing (NGS). In total, 3261 fungal species of 10 phyla have been identified. The Kivach Nature Reserve is known to harbor 12 red-listed fungal and 5 lichen species.

Инвентаризация и анализ микобиоты территории Государственного природного заповедника «Кивач» (Республика Карелия, Россия) продолжаются с первой половины XX века. В 2001 году была выпущена обобщающая работа, которая включила в себя 894 вида грибов (Бондарцева и др., 2001). С тех пор этот список существенно пополняется и выходят новые работы о микологических находках (Коткова и др., 2006; Скороходова, 2013; Ширяев, Руоколайнен, 2017; Коткова, Руоколайнен, 2021). Традиционные методы исследования разнообразия микобиоты имеют ограничения, связанные с наличием плодовых тел. Методы молекулярной биологии дают возможность проводить инвентаризацию грибов вне периода появления спорокарпов.

В качестве объекта настоящего исследования выступает валежная древесина *Picea abies* (L.) Н. Karst поздних классов разложения. Исследование проводили в подзоне средней тайги на территории Государственного заповедника «Кивач» в сентябре 2023 года. В коренных малонарушенных ельниках черничных были отобраны 12 валежных стволов *P. abies* 3–5 классов разложения. В работе мы представляем видового разнообразия микобиоты.

Нами идентифицирован 3261 вид грибов. Среднее количество видов в образце составляет $2119 \pm 71,7$. Помимо представителей Ascomycota (1857 видов) и Basidiomycota (955 видов) определены грибы из еще восемь отделов: Blastocladiomycota (10), Chytridiomycota (76), Entomophthoromycota (14), Glomeromycota (41), Mucoromycota (283), Neocallimastigomycota (16), Zygomycota (2) и Zoopagomycota (9), которые если ранее и выделялись, то единично.

Видовой состав микобиоты в образцах характеризуется высоким видовым разнообразием (индекс Шеннона – 5,0-6,2), высокой равномерностью распределения видов (индекс Пieloу – 0,7-0,9) и низкими значениями меры доминантности (индекс Симпсона – 0,004-0,2).

В образцах валежной древесины *P. abies* отмечено 12 видов грибов и пять видов лишайников, занесенных в Красную книгу Республики Карелия. Кроме того, отмечен один вид лишайника, нуждающийся в особом внимании. Для территории заповедника «Кивач» всего зафиксировано 29 охраняемых видов грибов и 27 охраняемых видов лишайников. В нашей работе мы отмечаем присутствие краснокнижных видов, ранее в заповеднике не отмеченных: один вид гриба – *Ganoderma lucidum*, три вида лишайников – *Cladonia strepsilis*, *Dolichousnea longissima*, *Gyalecta friesii* и один вид, нуждающийся в особом внимании – *Gyalecta truncigena*.

Важно отметить, что несмотря на несомненные преимущества метода метагеномного секвенирования, в частности возможности определения вида без учета плодовых тел, для его использования существует целый ряд ограничений. Помимо его относительно высокой себестоимости, данный метод позволяет зафиксировать только наличие ДНК вида, но не дает представление о его жизненной форме. Соответственно, исследователь не может получить представление о статусе редкости того или иного вида. Кроме того, баркоды не всех видов занесены в генетическую базу данных. В связи с этим, существует необходимость в работах по секвенированию ДНК видов, имеющих в коллекциях.

Литература

Бондарцева М. А., Крутов В. И., Лосицкая В. М., Яковлев Е. Б., Скороходова С. Б. Грибы заповедника «Кивач». (Аннотированный список видов). М.: Гриф и К°, 2001. 90 с.

Красная книга Республики Карелия / Ред. О. Л. Кузнецов. Белгород: Константа, 2020. 448 с.

Коткова В. М., Руоколайнен А. В. Изучение афиллофороидных грибов государственного природного заповедника «Кивач» // Заповедники и национальные парки - научно-исследовательские лаборатории под открытым небом: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. (Петрозаводск, 12–14 окт. 2021 г.). Петрозаводск, 2021. С. 116-118.

Коткова В. М., Крутов В. И., Руоколайнен А. В. Афиллофоровые грибы заповедника "Кивач" // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2006. № 10. С. 40-51.

Скороходова С. Б. Дополнения к списку грибов заповедника "Кивач" // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2013. № 2. С. 105-107.

Ширяев А. Г., Руоколайнен А. В. Клавариоидные грибы заповедника "Кивач": изменение разнообразия среднетаежной микобиоты в долготном градиенте // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2017. № 6. С. 48-60.

РАЗНООБРАЗИЕ МИКОБИОТЫ РИЗОСФЕРЫ ПОДРОСТА PICEA ABIES, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ВАЛЕЖЕ ПОЗДНИХ КЛАССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ (ПО РЕЗУЛЬТАТМ МЕТАГЕНОМНОГО АНАЛИЗА)

Нуколова А.Ю.¹, Кикеева А.В.¹, Фомина Е.В.¹,
Ромашкин И.В.¹, Крышень А.М.¹

¹Институт леса КарНЦ РАН,
ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,
a.nukolova@yandex.ru

FUNGI DIVERSITY OF PICEA ABIES UNDERGROWTH RHIZOSPHERE ON DEADWOOD ADVANCED DECAY (BASED ON METAGENOMIC ANALYSIS)

Nukolova A.Y.¹, Kikeeva A.V.¹, Fomina E.V.¹,
Romashkin I.V.¹, Kryshen A.M.¹

Abstract. Rhizosphere is a hotspot of microbial activity. Specific of Picea abies (L.) H. Karst undergrowth the rhizosphere is insufficiently studied. Surveys were carried out in native undisturbed mid-boreal spruce stands in the Kivach State Nature Reserve (Republic of Karelia). The mycobiota was analyzed by metagenomic next-generation sequencing (NGS). The rhizosphere effect was identified by the uniquely rhizosphere species, by the DNA abundance of common species for all 18 samples and was analyzed by ordination PCA method.

Под термином «ризосфера» принимается тонкий слой почвы, прилегающий к корням растений и попадающий под непосредственное действие корневых выделений. Ризосфера является своеобразным очагом микробной активности. Большая часть исследований ризосферы посвящена сельскохозяйственным культурам,