

## ПОДСЕКЦИЯ «МИКОЛОГИЯ И АЛЬГОЛОГИЯ»

### Сообщества почвенных водорослей территорий города Кирова

*Висуч В.А. (Киров, vitalinarose@gmail.com)*

В настоящее время достаточно широкое распространение получили методы оценки экологического состояния окружающей природной среды с помощью биоиндикаторов. Частным методом биоиндикации является альгоиндикация. Видовой состав почвенных водорослей и цианобактерий является специфическим для различных типов почв и зависит от комплекса экологических факторов. Проблема экологического состояния почв городских территорий является актуальной и для нашего города. Основная часть загрязняющих веществ поступает в городские почвы с атмосферными осадками, с мест складирования промышленных и бытовых отходов, с удобрениями и пестицидами, вносимыми в почву. Особую опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами. Цель работы – изучить сообщества почвенных водорослей городских почв для их экологической оценки. Пробы почв с городской территории были отобраны в 2007 – 2008 гг. с газонов ряда улиц с высокой автотранспортной нагрузкой и в районах размещения промышленных предприятий. Ранее были изучены пробы из рекреационной зоны города. Отбор проб и выявление видовой состава альгофлоры осуществляли общепринятыми в почвенно-альгологических исследованиях методами. Почвы города в целом характеризуются слабощелочной и нейтральной реакцией почвенного покрова (рН=7,0–7,4). Наиболее высокие значения рН почвенных вытяжек зафиксированы вблизи ТЭЦ-4. Слабокислая реакция свойственна лишь почвам некоторых аллей и парков, наименее подверженных антропогенному изменению. Анализ альгофлоры показал различия в видовом составе и динамике развития водорослей разных участков города. Всего в изученных пробах отмечено 48 видов почвенных водорослей, в том числе из отдела Cyanophyta – 12 (25%), Bacillariophyta – 8 (17%), Xanthophyta – 7 (15%), Chlorophyta – 21 (43%). Чувствительные к загрязнению жёлтозелёные водоросли встречались единично. В чашечных культурах интенсивно развивались диатомовые водоросли *Hantzschia amphioxys* и *Navicula pelliculosa*. Данные виды были встречены во всех исследованных пробах. Синезелёные водоросли *Nostoc punctiforme*, *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium autumnale* являются также довольно распространёнными в городских почвах видами. Из зелёных водорослей практически во всех пробах встречались *Stichococcus minor*, *Chlorella vulgaris*. Согласно данным литературы и нашим наблюдениям, толерантность к техногенной нагрузке проявляют следующие виды: *Leptolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus*, *Nostoc punctiforme* (Cyanophyta); *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* var. *mutica*, *L. mutica* var. *nivalis*, *N. pelliculosa* (Bacillariophyta); *Stichococcus minor*, *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas gloeogama* (Chlorophyta). Особенностью альгофлоры городских почв является низкое видовое разнообразие, преобладание зелёных водорослей и цианобактерий, присутствие толерантных к техногенной нагрузке диатомовых водорослей *Hantzschia amphioxys* и *Navicula pelliculosa* и отсутствие или слабое развитие одноклеточных жёлтозелёных водорослей. В рекреационной зоне г. Кирова (дендропарк) видовое разнообразие водорослей несколько выше – 51 вид. Отмечен по сравнению с городской почвой больший процент чувствительных к загрязнению желтозелёных водорослей (18,7%). Видовой состав водорослей может свидетельствовать об экологическом состоянии городских почв.

## Исследование аргиназы некоторых видов высших базидиальных грибов

Гаспарян А.А. (Ереван, Армения, [gasparyan.arsen@yahoo.com](mailto:gasparyan.arsen@yahoo.com))

Плодовые тела многих высших базидиальных грибов являются ценными пищевыми продуктами и широко культивируются. Кроме пищевой ценности, плодовые тела и культуральный мицелий за счет наличия в них биологически активных метаболитов, являются ценным источником многих лекарственных веществ. В плодовых телах и мицелии базидиальных грибов отмечено накопление мочевины, которая служит источником резервного азота и не выводится из организма. Высокая концентрация мочевины в плодовых телах съедобных грибов влияет на их вкусовые качества, тем самым понижая пищевую ценность продукта. Мочевина образуется в результате гидролиза аргинина ферментом аргиназой. Учитывая вышесказанное, определенный интерес представляет исследование мочевинообразования в плодовых телах и мицелии культивируемых видов грибов.

Нами была исследована активность аргиназы в культуральном мицелии следующих видов базидиальных грибов: *Ganoderma lucidum*, *Schizophyllum commune*, *Fomitopsis pinicola*. Аргиназная активность определялась по методу С. Ратнера и А. Паппаса (Ratner, Pappas, 1949). Мочевина в пробах определялась по методу Арчибальда, в модификации Р. Мура и Н. Кауфмана (Moore, Kauffman, 1970). Аргиназная активность оценивалась по количеству образуемой мочевины в микромолях на 1 г сырой ткани.

Наши исследования выявили высокую аргиназную активность в мицелиальных культурах грибов *Ganoderma lucidum* ( $97 \pm 11,5$ ), *Schizophyllum commune* ( $218,3 \pm 16,07$ ), *Fomitopsis pinicola* ( $147,8 \pm 7,52$ ). Также было исследовано воздействие ионов двухвалентных металлов ( $Mn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ) на активность аргиназы исследуемых грибов. Ионы  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  ингибировали аргиназную активность в разной степени. Основными положительными эффекторами грибной аргиназы являлись ионы  $Mn^{2+}$ . Исследования локализации фермента выявили наличие двух изоферментов, аргиназа-I (цитоплазматическая) и аргиназа II (митохондриальная). У всех изученных грибов высокой аргиназной активностью обладал неуреотелический изоэнзим (аргиназа II). Для исследования индукции фермента, к среде роста добавлялся аргинин в разных количествах (0,5г/л, 1,5г/л, 3,0г/л). Наличие аргинина в среде приводило к индукции фермента. Исследования роли аргиназы в метаболизме высших базидиальных грибов продолжаются.

## Анализ молекулярной изменчивости возбудителя стеблевой ржавчины злаков *Puccinia graminis* Pers. для диагностики специальных форм гриба

Канустина А.В. (Москва, [med-ved2006@yandex.ru](mailto:med-ved2006@yandex.ru))

Из многочисленных заболеваний культурных злаков стеблевая ржавчина относится к наиболее вредоносным. Широкое распространение, частая повторяемость эпифитотий и отрицательное воздействие на пораженное растение – отличительные черты возбудителя стеблевой ржавчины – биотрофного базидиомицета *Puccinia graminis* Pers., имеющего широкий круг растений-хозяев. Высокий инфекционный потенциал гриба, зимующего на злаках и образующего весеннюю половую стадию на барбарисе, позволяет ему стать источником летней инфекции в агроценозах. За вегетационный период 2007-2008гг. были собраны образцы инфекционного материала с барбариса на пикнидиальной и эцидиальной стадиях жизненного цикла *P. graminis* из разных точек Московской области. Пустулы гриба были разделены на две части, одна из которых использовалась для дальнейшего заражения пшеницы и ржи для определения специальных форм, другая – для выделения ДНК и анализа ПЦР-продуктов по IGR-участкам. Кроме того, были собраны образцы уредино- и телиоспор *P. graminis* с различных дикорастущих злаков. Впервые было показано, что метод IGR-PCR позволяет

выявлять ржаную форму возбудителя стеблевой ржавчины злаков на эцио- и урединиостадиях. Молекулярная характеристика ржаной формы особенно важна, так как охарактеризовать изменчивость по частотам генов вирулентности нельзя, в отличие от пшеничной формы, из-за нестабильности сортов-дифференциаторов перекрестно-опыляемого растения ржи. Сравнительный анализ эцидиальной, урединиальной и телиальной стадий *P. graminis* на различных растениях-хозяевах методом IGR-PCR и межмикросателлитного анализа с праймером RP3 показали четкие различия структуры ДНК-паттернов образцов. При этом IGR- паттерны образцов пшеничной формы разного происхождения были мономорфны. RP3- паттерны показали сильный индивидуальный полиморфизм, однако корреляции этого маркера с расовым составом и питающими растениями не выявлено. Также было отмечено, что, вероятно, в связи с высокой влажностью, эциопустулы сильно поражались микромицетами, затрудняя формирование урединиальной стадии. В результате, нами были получены 13 изолятов микромицетов филлопланы барбариса, которые были использованы в качестве контролей при диагностике пустул *P. graminis* на барбарисе. Было показано, что из-за различия в размерах ПЦР-продуктов наличие мицелия микромицетов не мешает определять специальную форму ржавчинного гриба. Приспособление паразита к определенным условиям существования на питающем растении, по-видимому, может приводить к структурному полиморфизму регуляторных участков области рибосомных генов, обеспечивая различную скорость и динамику синтеза белка в различных условиях, что особенно важно в условиях зимовки гриба и при переходе от одной стадии жизненного цикла к другой. Тезисы доклада основаны на материалах исследований, проведенных в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)» (грант № РНП.2.1.1.7842). Автор выражает признательность профессору, д.б.н. С.Н. Лекомцевой и старшему научному сотруднику, к.б.н. Ю.В. Малеевой за помощь в подготовке тезисов.

**Молекулярно-филогенетические исследования популяций *Microbotryum violaceum* s.l. на территории Европейской части России**  
*Каранетян А.Р. (Москва, armen.k-87@mail.ru)*

Разнообразные генетические маркеры позволяют четко разграничить близкородственные виды на отдельные эволюционно независимые линии. Особенно это актуально для комплексных видов, трудно различимых по морфологическим признакам. В частности, многие патогены растений формируют комплексы видов, состоящие из группы сильно дивергировавших штаммов, паразитирующих на разных хозяевах. Обнаружение и определение таких видов и входящих в них форм имеет значение для точного учета биологического разнообразия в природных популяциях и для проведения мероприятий по защите растений от патогенов. Одним из таких комплексных видов является *Microbotryum violaceum* (Pers.) G. Deml et Oberw., паразит растений семейства Caryophyllaceae. Дискуссии по поводу существования и таксономического статуса различных эволюционных линий *M. violaceum*, привязанных к определенному виду-хозяину, ведутся с начала 20-го века. Используя современные молекулярно-биологические методы, нами был проведен анализ структуры популяций *M. violaceum* на территории Европейской части России. Для этого были секвенированы последовательности ДНК  $\beta$ -тубулин-кодирующего гена собранных с разных растений-хозяев штаммов патогена. Полученные нуклеотидные последовательности служили материалом для построения филогенетических деревьев, которые в свою очередь давали информацию о структуре популяции патогена, о специализации различных штаммов гриба относительно растений-хозяев, о географической приуроченности штаммов *M. violaceum*. Проведенное исследование свидетельствует в пользу разделения данного вида на отдельные эволюционно независимые генетические линии, приуроченные к

определенному хозяину. Образцы *M. violaceum*, собранные с одинаковых растений-хозяев в различных регионах, генетически ближе друг к другу, чем образцы, собранные с разных хозяев, но в одном регионе. Таким образом, заболевание «головней пыльников» вызывается несколькими сильно дивергировавшими грибными линиями, которые практически не различаются по морфологическим признакам. При этом ареалы различных линий могут перекрываться, но обмена генетическим материалом между ними не происходит. Автор выражает признательность член.-корр. РАН И.А. Захарову-Гезехусу за помощь в подготовке тезисов. Работа поддержана грантом РФФИ-АФГИР (грант № 07-04-91156)

### **Роль экстрацеллюлярных оксидоредуктаз гриба *Trichoderma viride* в деструкции различных пород древесины**

*Лазарева Е.С. (Нижний Новгород, laser.85@mail.ru)*

Микроскопические грибы принимают активное участие в биодegradации синтетических и природных полимеров. Возникающие при этом физико-химические изменения субстратов наиболее часто обуславливаются ферментативными процессами (главным образом, действием экзоферментов), поэтому разработка физиолого-биохимических основ защиты полимерных материалов от биодegradации должна основываться на изучении ферментных механизмов деструкции. Ферментные системы микромицетов отличаются высокими адаптационными возможностями и устойчивостью к действию факторов внешней среды.

В настоящее время большое внимание уделяется оксидоредуктазам микроскопических грибов. В частности, к этому классу относятся грибные фенолоксидазы, пероксидазы и каталазы. При высоком уровне продукции данные ферменты способны активно разрушать как синтетические (полифенолы, фенолформальдегидные и эпоксидные смолы), так и природные (лигноцеллюлозный комплекс древесины) полимеры. Микромицет *Trichoderma viride* обладает достаточно высоким уровнем активности вышеуказанных оксидоредуктаз и является активным биодеструктором древесины и материалов на ее основе. В связи с этим, целью нашей работы было исследование динамики каталазной, пероксидазной и фенолоксидазной активности данного гриба при его росте на различных породах древесины. В наших экспериментах использовались опилки березы, сосны и дуба, отличающиеся составом лигнинового компонента и содержанием фенольных веществ.

Объектом исследования служил штамм *Trichoderma viride* ВКМ F- 1117. Культура выращивалась на обедненной питательной среде (ОПС) Чапека-Докса, содержащей опилки древесины березы, сосны и дуба в количестве 10 г/л. Культивирование проводилось в колбах Эрленмейера на качалках (200 об/мин,  $t^0 = 27 \pm 2C^0$ ). Измерения ферментативной активности проводились на 7, 10, 13 и 16 сутки культивирования.

Установлено, что максимальная фенолоксидазная и пероксидазная активность наблюдается на 10 и 13 сутки культивирования микромицета на всех типах опилок. Максимальный уровень активности как фенолоксидазы, так и пероксидазы наблюдался при культивировании гриба на сосновых опилках, а минимальный – на опилках древесины дуба. Это может быть связано с тем, что в древесине дуба содержится большое количество фенольных компонентов, ингибирующих активность данных энзимов. Максимальная каталазная активность проявлялась к 13 суткам культивирования на всех типах опилок, следует, однако, отметить, что высокий уровень активности фермента сохранялся и на 16 сутки культивирования. Наибольший уровень каталазной активности наблюдался при выращивании гриба на опилках древесины березы, наименьший – на опилках древесины дуба.

## Характеристика грибов *Trichoderma*, выделенных из древних захоронений на территории Республики Татарстан

Панкова А.В., Тухбатова Р.И. (Казань, [pankova-anya@mail.ru](mailto:pankova-anya@mail.ru))

В последнее время в литературе появились данные, свидетельствующие о сохранении диагностических свойств микробных сообществ почв археологических памятников. В частности, установлено, что комплекс микроскопических грибов культурных слоев древнерусских поселений IX-XI вв. н.э., по сравнению с фоновыми почвами, обладает большим видовым и морфологическим разнообразием и имеет определенное сходство с современными городскими почвами. Это дает возможность использовать микологические характеристики почвы с целью биодиагностики культурных слоев древнерусских поселений. Вместе с тем, практически отсутствуют данные, характеризующие микробиоценозы погребенных почв Республики Татарстан. В связи с вышесказанным, целью нашей работы явилось исследование популяций грибов рода *Trichoderma*, выделенных из погребенных почв Больше-Кляринского городища и Мурзихинского II могильника. Из исследованных образцов погребенных почв нами было выделено 135 изолятов рода *Trichoderma*. Отмечена высокая частота встречаемости *Trichoderma* по сравнению с современными фоновыми и новообразованными почвами. Из погребенных почв было выявлено 17 видов *Trichoderma*, идентифицированных по морфологическим признакам и молекулярно-генетическому анализу. Наиболее распространенными и часто встречающимися оказались виды *T. citrinoviride*, *T. longibrachiatum*, *T. atroviride*, *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. asperellum*. Также нами была выделена группа новых, неидентифицируемых изолятов, отнесенных по данным молекулярно-генетического анализа к одному виду. При исследовании взаимодействия между гетероспоровыми популяциями и моноспоровыми клонами нами были обнаружены различные реакции вегетативной совместимости: образование мицелиального валика из гиф воздушного мицелия (23% исследованных изолятов), мелдинг-реакция (15%), взаимное проникновение мицелия (нейтральная или индифферентная реакция) (25%), а также реакции несовместимости барраж (23%), бордюры (11%) и ограничение роста (3%). По кинетическим параметрам моноспоровые изоляты были разделены на 3 группы: медленно растущие – 0,4 мм/час на картофельно-глюкозном агаре (КГА) и 0,15 мм/час на среде с низким содержанием сахарозы (SNA); растущие со средней скоростью роста – 0,6 мм/час на КГА и 0,25 мм/час на SNA; быстрорастущие – выше 1 мм/час на КГА и выше 0,6 мм/час на SNA. Для большинства изолятов *Trichoderma*, выделенных из погребенных почв, оптимальной является температура 28°C. Из могильника были выявлены изоляты, оптимум роста которых приходился на 37°C. Нами рассматривалась внутривидовая и видовая дифференциация по признаку взаимоотношения с фитопатогенным грибом *F. oxysporum* в опытах *in vitro*. Наблюдался В-тип антагонистической активности (обоюдное подавление при контакте) у 23,4% изолятов, С-тип антагонистической активности (обоюдное подавление на расстоянии) у 8,6% штаммов, В1-тип реакции (обоюдное подавление при контакте с дальнейшим переходом к паразитизму) выявлен у 5,6% изолятов.

## Содержание спор арбускулярных микоризных грибов в почвах Беларуси

Соловьева Е.А. (Минск, Беларусь, [ekatya@tut.by](mailto:ekatya@tut.by))

Арбускулярные микоризные грибы (АМГ) широко представлены в различных почвенно-географических зонах и корнях многочисленных видов растений. Взаимодействия между АМГ и растениями взаимовыгодны. Микориза обеспечивает растения питательными веществами (главным образом, фосфором), повышает их устойчивость к неблагоприятным факторам среды, защищает от почвенных патогенов, а растения, в свою очередь, поставляют грибам углеводы и липиды. АМГ являются

облигатными симбионтами и существуют вне растения лишь в форме покоящихся спор. Учитывая вышесказанное, задача наших исследований состояла в изучении распространения спор АМГ в различных почвах Беларуси. Образцы почвы отбирали ежесезонно с глубины 0-30 см обследованных 12 участков различных областей Беларуси. Выделение спор АМГ из почвы проводили методом мокрого просеивания. Учет спор осуществляли с помощью бинокулярной лупы при увеличении  $\times(20-40)$ . Морфологию спор изучали с помощью трансмиссионной микроскопии (JEM-100CX, Япония). Численность спор в исследуемых образцах составила 80-386 шт./100 г воздушно-сухой почвы. Число спор колебалось в зависимости от сезона, типа почвы, степени ее окультуренности, характера растительности. Максимальное количество спор (386) установлено в зимний период в дерново-подзолистой почве пахотного горизонта (Минский район), тогда как в торфяно-болотной почве, отобранной в Брестской области в летнее время, – минимальное (80). Наиболее часто встречаемые в почвах споры АМГ имели сферическую и эллипсоидальную форму, размер – 50-250  $\mu\text{m}$ , бледно-кремовый и желтовато-коричневый цвет. Сравнение полученных результатов с данными по содержанию спор АМГ в различных почвах мира свидетельствует о незначительном их количестве в почвах Беларуси и является основанием для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур микоризными грибами с целью улучшения их минерального питания и повышения устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам.

#### **Генотипический анализ штаммов возбудителя фитофтороза картофеля и томата из Беларуси и Марий Эл**

Шеин С.А., Пляхневич М.П. (Москва, [Atomos@rambler.ru](mailto:Atomos@rambler.ru); Самохваловичи, Беларусь, [Misha\\_pl@tut.by](mailto:Misha_pl@tut.by))

*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary – возбудитель фитофтороза картофеля и томата, одной из самых вредоносных болезней культурных растений во всем мире. В картофелеводческих регионах России фитофтороз вызывает потери в среднем 10% урожая картофеля, а в эпифитотийные годы до 30%. В центральных и северо-западных регионах РФ при эпифитотийном развитии потери урожая томатов достигали 100%. В Беларуси потери урожая картофеля составляют до 50%. Основные меры борьбы с этим заболеванием – выращивание сортов с повышенным уровнем устойчивости к фитофторозу и обработка вегетирующих растений фунгицидами. Для успешной борьбы с заболеванием необходимо учитывать свойства штаммов возбудителя, генотипическую структуру его популяций и прогнозировать возможные изменения этих параметров в ближайшем будущем. В работе использованы 28 изолятов *P. infestans*, собранных в 2006 и 2007 гг. в личных подсобных хозяйствах и в производственных посадках картофеля в шести областях республики Беларусь (Брестская (10 изолятов), Витебская (2), Гомельская (3), Гродненская (3), Минская (8), Могилёвская (2)) и 45 изолятов, выделенных в 2007 году в республике Марий Эл. Для анализа генотипической структуры использовались следующие независимые маркерные признаки: тип спаривания, спектр изоферментов пептидазы, гаплотипы митохондриальной ДНК и анализ микросателлитных повторов (SSR). Кодировка генотипов проводилась в двоичной системе с учетом порядка следования признаков. Проведенные исследования показывают, что популяции *P. infestans* из Марий Эл и Беларуси, как и популяции из других регионов европейской части России и Европы, отличаются высоким генотипическим и фенотипическим разнообразием. В них встречены оба типа спаривания, все три возможных аллельных состояния (две гомозиготы и гетерозигота) по обоим локусам пептидазы, разные генотипы мтДНК и микросателлитных повторов. Крайне редкий генотип 92/92 по локусу *Per1* был выявлен среди белорусских штаммов, но не попал в число приведенных в данной работе. Особо хочется отметить наличие

генотипов, распространенных или только среди «томатных», или только среди «картофельных» штаммов в Марий Эл, а также значительное число генотипов, уникальных для Марий Эл и Беларуси. Таким образом исследования, проведенные нами в последние годы в разных регионах Европейской части России и в Беларуси, показывают повсеместное высокое внутривидовое генотипическое разнообразие.

### Адаптации *Cetraria islandica* (L.) Arch и *Peltigera aphthosa* (L.) Willd. к условиям произрастания в Хибинах

Штанько И.С. (Петрозаводск, [menened@gmail.com](mailto:menened@gmail.com))

Климатические условия Хибин в течение вегетации характеризуются быстрой сменой свето-температурных условий, особенно в течение полярного дня. Адаптации растений к неустойчивости погодных условий в течение суток заслуживают особого внимания. Считается, что лишайники относятся к гомеостатичным, хорошо адаптированным к сезонным особенностям климата организмам. Вопрос об их реакции на изменения условий освещенности и температуры в течение суток менее изучен. Работа выполнена в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте (ПАБСИ) на двух видах лишайников (*Cetraria islandica* (L.) Arch и *Peltigera aphthosa* (L.) Willd.), различающихся своими экологическими характеристиками. Пробы растений были взяты из зоны редкостойной елово-березовой тайги (Т) (теневое местообитание, высокая влажность) и из интразональной тундры (ИТ) (высокая освещенность, низкая влажность). CO<sub>2</sub>-газообмен (интенсивность дыхания – ИД и фотосинтеза – ИФ, корреляция по освещенности – КО, по температуре – КТ) определяли на целых талломах лишайников в камерах, установленных на крыше с использованием газоанализатора (ГИАМ-15М), хлорофиллы по методу Hartmut K. Lichtenthaler a. Alan R. Wellburn, сухую массу по высушиванию при 110°C. Освещенность измеряли люксметром, а температуру – термометром. Работа выполнена с 11 по 17 июля 2008 г. В течение этих суток отмечалась резкая смена свето-температурных условий: 11.07 – освещенность 20 клк, температура 9° С, 14.07 – 36 клк и 9°С, 15.07 – 44 клк и 25,4°С; 16.07 – 10 клк и 17,9°С; 17.07 – 36 клк и 25°С соответственно (для *Peltigera aphthosa* варианта «Т»). Лишайники входят в группу пойкилогидрильных видов, которые легко теряют и поглощают воду. Исследование показало, что у *Cetraria islandica* количество воды в талломах в течение эксперимента варьирует в варианте «Т» от 21 до 52%, а в «ИТ» – от 26 до 49%. У *Peltigera aphthosa* в «Т» от 63 до 83, а в варианте «ИТ» от 49 до 81%. Независимо от условий произрастания, эти два вида сильно различаются по степени гидрофильности. Исследование содержания зеленых пигментов показало, что содержание пигментов у *Cetraria islandica* выше и в варианте «Т» оно находится в диапазоне 0,085-0,375 мг/г сухого веса, а в ИТ – 0,10-0,65 мг/г сухого веса. В талломах *Peltigera aphthosa* также наблюдались различия между вариантами и содержание в среднем 0,196 -0,633 мг/г сухого веса в варианте «Т» и 0,122-0,535 мг/г сухого веса для варианта «ИТ». Функциональная активность лишайников оценивалась по интенсивности дыхания и фотосинтеза. Сравнение двух видов показало, что по интенсивности этих двух процессов есть различия. У *Cetraria islandica* ИФ варьирует от 0,37 до 4,37 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час и имеет «КО» -0,47, а «КТ» 0,04, ИД – от 0,31 до 3,92 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, имеет «КО» 0,29 и «КТ» 0,29, для варианта «Т». Для варианта «ИТ» ИФ изменяется от 0,81-2,23 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, «КО» 0,11, «КТ» -0,49, для ИД изменение наблюдалось от 0,00-2,16 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, «КО» -0,44, «КТ» 0,21. У *Peltigera aphthosa* ИФ для «Т» изменяется в диапазоне от 1,14 до 8,72 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, «КО» -0,2, «КТ» -0,35, ИД от 0-10,32 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, с «КО» 0,4, «КТ» 0,27. Для варианта «ИТ» наблюдалась ИФ от 0,47-5,93 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, «КО» -0,13 и «КТ» -0,07, а ИД от 0,00 до 1,97 мг CO<sub>2</sub>/г сухого веса/ час, с «КО» 0,43 и «КТ» 0,41. Проведенное исследование показало, что в широком диапазоне изменения

света и температуры в сутках оба вида лишайников находятся в активном функциональном состоянии за счет изменения содержания воды и хлорофиллов.