

characterization during the early habitation of the International Space Station. *Microbial ecology*. 2004; 47(2): 119–126.

7. Satoh K., Yamazaki T., Nakayama T. et al. Characterization of fungi isolated from the equipment used in the International Space Station or Space Shuttle. *Microbiology and immunology*. 2016; 60(5): 295–302.

8. Satoh K., Alshahni M.M., Umeda Y. et al. Seven years of progress in determining fungal diversity and characterization of fungi isolated from the Japanese Experiment Module KIBO, International Space Station. *Microbiology and Immunology*. 2021; 65(11): 463–471.

9. Алехова Т.А., Загустина Н.А., Александрова А.В., Новожилова Т.Ю., Борисов В.А., Плотников А.Д. Мониторинг начальных этапов биоповреждений конструкционных материалов, применяемых в авиакосмической технике методами электронной микроскопии. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2007; 7: 53–59.

10. Плотников А.Д., Корнеева Е.Ю., Алехова Т.А., Загустина Н.А. Исследования влияния биокоррозионных поражений на механические характеристики образцов из алюминиевых сплавов АМг6 и 1570С применительно к условиям эксплуатации РС МКС. *Космическая техника и технологии*. 2017; 4: 36–5.

11. Cortesao M., Luo J., M ller D. et al. Growth and biofilm formation of *Penicillium chrysogenum* in simulated microgravity. 12th conference of the VAAM special group Molecular Biology of Fungi. 2017; 117269.

12. Romsdahl J., Blachowicz A., Chiang A. J. et al. International Space Station conditions alter genomics, proteomics, and metabolomics in *Aspergillus nidulans*. *Applied microbiology and biotechnology*. 2019; 103(3): 1363–1377.

13. Blachowicz A., Romsdahl J., Chiang A.J. et al. The International Space Station environment triggers molecular responses in *Aspergillus niger*. *Frontiers in microbiology*. 2022; 13: 893071.

14. Mora M., Wink L., K gler I. et al. Space Station conditions are selective but do not alter microbial characteristics relevant to human health. *Nature communications*. 2019; 10(1): 3990.

НАЧАЛО ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНТОМОФИЛЬНЫХ ГРИБОВ ПОРЯДКА *HYPOCREALES* НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Бочкарева Ю.В., Богачева А.В.

ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Владивосток

После длительного перерыва в Приморском крае были возобновлены

исследования энтомофильных грибов, составляющих обособленную экологическую группу, виды которой достаточно широко распространены в природе и характеризуются доминирующим признаком - трофическими связями с насекомыми и паукообразными (Коваль, 1983). Объектом нашего исследования являются представители порядка *Hypocreales* (семейства *Cordycipitaceae* и *Ophiocordycipitaceae*), относящиеся к сумчатым грибам (*Ascomycota*) (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>). Помимо аскомицетов, грибы, имеющие в качестве хозяев насекомых, есть и среди представителей других отделов - *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Basidiomycota* и *Oomycota*. В экосистеме энтомофильные грибы регулируют численность членистоногих, в том числе и насекомых-вредителей леса и сельскохозяйственных угодий (Воронина и др., 2001; Горюнова и др., 2009). Проведенные ранее исследования показали, что территория Приморья обладает высоким видовым разнообразием по данной группе грибов - насчитывается порядка 70 видов. Так, например, в Сибири насчитывается 5-6 видов, в Европейской части России и прилегающих территориях (страны Прибалтики, Белоруссия, Украина, Грузия) - около 15. Таким образом, Приморский край является лидером по биоразнообразию энтомофильных грибов в пределах нашей страны. Стоит также обратить внимание на довольно явное сходство местной микобиоты с биоразнообразием Восточной и Юго-Восточной Азии и других тропических стран: *Cordyceps gemella* Moureau и *C. pseudoinsignis* Moureau (из экваториальной Африки), *C. erotyli* Petch (Индия, Южная Америка), *Ophiocordyceps purpureostromata* (Kobayasi) G.H. Sung, J.M. Sung, Nywel-Jones & Spatafora (Япония) (Борисов и др., 2005). Такое сходство с тропическими регионами обусловлено теплым и влажным летом, способствующим бурному процветанию микобиоты и энтомофауны, представители которой является пищевым ресурсом для энтомофильных грибов (так, на территории Лазовского заповедника насчитывается порядка 6000 видов насекомых) (Ануфриев и др., 2009). С 2020 года нами были продолжены прерванные на 15 лет исследования энтомофильных грибов. Сначала была проведена ревизия неидентифицированных образцов, собранных на Дальнем Востоке в период с 60х годов прошлого века по 2020 год. Для пополнения коллекции Бочкаревой Ю.В. были исследованы дубняки Партизанского района Приморского края в летний период 2019 и 2020 гг. Также имела место более крупная экспедиция в Комсомольский заповедник (Хабаровский край) в 2022 году с целью изучения общего разнообразия микобиоты ООПТ, а также оценки обилия энтомофильных грибов на ее территории. К сожалению, с последней задачей не удалось справиться в полной мере, энтомофильные грибы в сборе исчислялись единичными экземплярами: один образец *O. stylophora*

(Berk. & Broome) G.H. Sung, J.M. Sung, Nywel-Jones & Spatafora и три образца – *O. spicatus* L.S. Zha & P. Chomnunti. Возможно, оказался неудачный выбор сезона для посещения (экспедиция была в середине июля, а пик роста энтомофильных грибов в южной и центральной частях Дальневосточного региона приходится на август) или причина была в засушливом лете, выпавшим на тот год. Но, стоит отметить, что и эти образцы обладают определенной ценностью. Так, *O. spicatus*, который был совсем недавно описан как новый для науки вид, ранее был известен только с территории Китая (Ling-Sheng Zha et al., 2021). И пока что не было официального подтверждения о находках этого вида в России. Но на данный момент нельзя делать однозначные выводы о его распространении на территории нашей страны, так как еще не были проведены молекулярно-генетические исследования собранного материала, и филогенетический статус образцов не был определен. Ясно осознавая необходимость получения генетических данных, нами было принято решение о начале работы в этом направлении. На данный момент было получено 5 последовательностей для *Cordyceps militaris* (Fr.), и 11 для *Ophiocordyceps nutans* (Pat.) G.H. Sung, J.M. Sung, Nywel-Jones & Spatafora. В качестве маркера был выбран ядерный ген LSU (28S DNA), являющийся консервативным и имеющий невысокое разрешение. Тем не менее его использование оправдано, так как вначале требуется лишь приблизительная оценка родства собранного материала как внутри выборки, так и с базой данных. Последовательности *C. militaris* при сравнении с данными из NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) не показали практически никаких отличий с ними, внутри самой выборки последовательности были идентичны. Куда более информативным оказался анализ последовательностей *Ophiocordyceps nutans*, внутри выборки которого можно с уверенностью выделить 4 генотипа, довольно сильно отличающихся как между собой, так и с последовательностями, взятыми из базы данных. Вполне вероятно, что разные генотипы принадлежат представителям разных подвидов, выделенных внутри вида *Ophiocordyceps nutans*. Также есть вероятность того, что уровень отличий выше и касается уже определения видового статуса. Но такие выводы можно будет сделать, только исходя из сравнения данных по нескольким локусам ядерных и митохондриальных маркеров. Такого рода исследования будут продолжены нами в ближайшее время.

Список литературы

Коваль, Э.З. Энтомофильные грибы СССР: дис. ... д-р. биол. наук: / Коваль Элеонора Захаровна. - Киев, 1983. - 410 с.

Воронина Э.Г., Леднев Г.Р., Мукомолова Т.Ю. Энтомофильные грибы // Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты / Под

редакцией В.В. Глупова. М.: Круглый год, 2001. С. 271 - 351.

Горюнова О.Б. Разработка биологического препарата для борьбы с личинками комаров. Автореферат дисс. ... канд. техн. наук / РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 2009. 25 с.

Борисов Б.А., Жирков В.М., Глупов В.В., Леднев Г.Р., Володина Л.И., Лиховидов В.Е., Согонов М.В. Роль Лазовского заповедника в сохранении биоразнообразия грибов сем. *Clavicipitaceae* - потенциальных продуцентов биопестицидов и фармацевтических препаратов // Научные исследования природного комплекса Лазовского заповедника. Труды Лазовского государственного природного заповедника им.Л.Г. Капланова. 2005. Вып.3. С. 27-51.

Ануфриев Г.А., Белокобыльский С.А., Беляев Е.А. и др. Насекомые Лазовского заповедника. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 464 с

Zha L.-S., Kryukov V.Y., Ding J.-H., Jeewon R., Chomnunti P. Novel taxa and species diversity of *Cordyceps* sensu lato (*Hypocreales*, *Ascomycota*) developing on wireworms (Elateroidea and Tenebrionoidea, Coleoptera) // MycoKeys. - 2021. - №78. - P. 79–117

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСОРЦИУМОВ МИКРООРГАНИЗМОВ И ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ В ВОССТАНОВЛЕНИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Бухарина И.Л., Исламова Н.А., Исупова А.А.
Удмуртский государственный университет, Ижевск

Аннотация. Проведены исследования пределов устойчивости к действию различных концентраций нефти у ряда изолятов (культур) микроскопических эндотрофных грибов, выделенных из урбанопочв с высоким уровнем загрязнения. Выявлены широкие пределы толерантности микроскопических грибов *Fusarium equiseti* и *Cylindrocarpon magnusianum* к содержанию нефти. Исследована эффективность очистки и восстановления биологической активности нефтезагрязненных земель при использовании консорциума биоремедиантов: биопрепарата «Микрозим Петро Трит», содержащего ряд бактерий деструкторов нефти, фиторемедианта (Мятлик луговой *Poa pratensis* L.) и микроскопических грибов. Проведен лабораторный эксперимент по моделированию 5 и 10% загрязнения земель (разного гранулометрического состава) нефтью. Установлена наибольшая эффективность при использовании *Cylindrocarpon magnusianum*. По окончании эксперимента в вариантах с 5% внесением нефти на обоих типах почв и при 10% загрязнении нефтью (супесь) содержание нефти было достоверно ниже, чем в контроле (использование