

Литература

1. Казакевич, П. Концептуальные основы развития цифрового сельского хозяйства / П. Казакевич, А. Пилипук, А. Такун // Наука и инновации. 2022;(6):10-15. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-6-10-15>

РОЛЬ КОЛЛЕКЦИЙ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ИЗУЧЕНИИ РАЗНООБРАЗИЯ СЕПТОРИОПОДОБНЫХ ПИКНИДИАЛЬНЫХ МИКРОМИЦЕТОВ

И.А. Федюшко

БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, fiadziushka.ilya@gmail.com

Гербарные коллекции являются неотъемлемой частью любых исследований, которые связаны с изучением растений, а также консортивно связанных с ними живых организмов. Специалисты, которые занимаются изучением микобиоты, традиционно собирают микологический и фитопатологический материал, т.е. гербарий. В результате целенаправленно создаются обширные микологические коллекции макро- и микромицетов.

Опираясь на такого рода гербарий, микологи изучают разнообразие микобиоты и её распространения на конкретной территории, субстратной приуроченности, морфобиологической и генетической изменчивости своих объектов исследования.

Кроме того, микологический гербарий в определённой степени может использоваться флористами как дополнительный источник информации о разнообразии и распространении растений при изучении флоры. В свою очередь микологи и фитопатологи реже используют гербарные коллекции сосудистых растений региональных флор. Одной из причин является то, что при сборе растений для флористических коллекций нужно придерживаться ряда правил [3]: растения должны быть собраны здоровыми, без признаков повреждения и болезней, а также по возможности с сохранением всех надземных и подземных органов. Однако многие микромицеты, поселяясь на органах растений, могут быть при их сборе незамеченными и, тем более, труднодиагностируемыми в полевых условиях. Следовательно, такие образцы начинают представлять большой интерес при изучении региональной и мировой микобиоты.

Одной из сложных в полевой диагностике групп являются пикнидиальные септориоподобные микромицеты, которые представлены факультативными паразитами сосудистых растений, некоторых мхов, водорослей и даже других фитопатогенных микромицетов [2; 4].

Цель данной работы – показать важность гербарных коллекций сосудистых растений в рациональном изучении разнообразия сложных в полевой диагностике микромицетов на примере фитопатогенного вида *Septoria scleranthi* Desm.

Актуальность заключается в том, что гербарные коллекции растений являются также дополнительным источником материала и данных для микологов и фитопатологов.

Материалом для исследования послужил гербарий по р. *Scleranthus* в объёме 321 гербарного листа, которые хранятся в коллекции сосудистых растений флоры Беларуси Гербария БГУ (MSKU-V). Виды из рода *Scleranthus* были использованы как модельные объекты, т.к. на растении вида *S. perennis* L. недавно был обнаружен новый для микобиоты Беларуси микромицет *Septoria scleranthi* Desm. (локалитет: Минская обл., Столбцовский р-н, окр. д. Новый Свержень (MSKU-F 8911, коллектор И.А. Федюшко, дата сбора 19.08.2023)) [5].

Гербарные образцы, на которых был обнаружен микромицет *Septoria scleranthi* Desm. включены в перечень коллекции грибов и грибоподобных организмов Гербария

БГУ (MSKU-F) с присвоением перекрёстного номера (номер образца в коллекции MSKU-F ex номер гербарного листа в коллекции MSKU-V) для каждого нового образца. Цитирование этикеток приводится ниже: на листьях, чашелистиках и стеблях *Scleranthus perennis* L.: Брестская обл., Беловежская пуца, Ясинское л-во (Coll. Быковская, 01 VII 1961, MSKU-F 17108 ex MSKU-V 6396); *Пинский р-н*: д. Молотковичи (Coll. Серета А.В., май 2015, MSKU-F 17110 ex MSKU-V 41048). Витебская обл., *Березинский р-н*: Березинский биосферный заповедник (июнь 1950, MSKU-F 9527 ex MSKU-V 6403), (Coll. Демяшкевич, июнь 1950, MSKU-F 17104 ex MSKU-V 6405); *Лепельский р-н*: окр. д. Домжерицы (Coll. Сауткина Т.А., Зубкевич Г.И., 13 V 1986, MSKU-F 17101 ex MSKU-V 5929). Гомельская обл., *Житковичский р-н*: гп Туров (Coll. Короленя Н., 01 V 1994, MSKU-F 17105 ex MSKU-V 22906). Минская обл., *Борисовский р-н*: д. Углы (Coll. Жаховская И.В., 18 VII 1972, MSKU-F 17107 ex MSKU-V 18919); *Мядельский р-н*: оз. Нарочь (Coll. Михеева Т.М., 15 VI 1956, MSKU-F 9630 ex MSKU-V 6404), (Coll. Некрашевич Т.А., 04 VIII 1956, MSKU-F 17106 ex MSKU-V 6402). Могилёвская обл., *Осиновичский р-н*: окр. д. Дараганово (Coll. Каминская О.В., 26 VI 1985, MSKU-F 11879 ex MSKU-V 18820). На листьях и стеблях *S. annuus* L.: Брестская обл., Ясинское л-во (Беловежская пуца) (Coll. Доронина Н.П., Тыртышина Г.Ф., 09 VII 1961, MSKU-F 10592 ex MSKU-V 5935); *Пружанский р-н*: д. Белый Лесок (Coll. Малкина К.К. Псарева В.В., 16 VII 1957, MSKU-F 11359 ex MSKU-V 6386). На листьях и стеблях *S. annuus* L. [= *S. polycarpus* L.]: Брестская обл., *Ганцевичский р-н*: д. Огоревичи (Coll. Коцуба Н.Н., 15 VI 2002, MSKU-F 11411 ex MSKU-V 6411). Минская обл., *Клецкий р-н*: г. Клецк (Coll. Новик А.В., 17 V 2012, MSKU-F 17103 ex MSKU-V 35163); *Крупский р-н*: окр. д. Топорище (Coll. Бибиков Ю.А., 10 VII 1985, MSKU-F 17102 ex MSKU-V 29786).

Изучение материала, а также определение микромицета осуществлялось методами световой микроскопии с использованием бинокулярных микроскопов Stemi-2000 (Carl Zeiss, Германия), «Микромед-2» (модель 2-20 inf.) (компания «Микромед», Россия), соответствующих определителей и монографий [2,4]. Для усиления визуализации перегородок конидий использовался 1% водный раствор метиленового синего [1]. Для изучения изменчивости вида микромицета для каждого образца был проведён морфометрический анализ конидий (длина, ширина конидий (в мкм), отношение длины к ширине, а также количество перегородок на конидию (в шт.)). Для каждого образца было проанализировано по 20 конидий. Для выявления различий между образцами использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA-тест) [8]. Все расчёты осуществлялись при помощи программы PAST 4.12b.

Результаты и их обсуждение. При изучении гербарного материала коллекции сосудистых растений по р. *Scleranthus*, нами были обнаружены пикнидиомы *Septoria scleranthi* Desm. По данным изученных этикеток, самой ранней регистрацией вида *Septoria scleranthi* Desm. является поражённый микромицетом образец *Scleranthus perennis* L. от июня 1950 г.

Установлено, что микромицет имеет широкую субстратную базу, т.к. поражает как аборигенные (*Scleranthus perennis* L.), так и адвентивные виды (*Scleranthus annuus* L., *S. × polycarpus* L.). Поскольку фитопатоген поражает растения из обеих фракций флоры, то статус в микобиоте (аборигенный или чужеродный) остаётся ещё под вопросом. Для его уточнения желательнее посмотреть гербарный материал, который подтверждает наличие видов растений рода *Scleranthus* на территории Беларуси до 1770 г. [6] (дата официальной регистрации адвентивных видов растений *S. annuus* L., *S. × polycarpus* L. на территории Беларуси). При обнаружении *Septoria scleranthi* Desm. на образцах более ранних, чем июнь 1950 г., а также проведя анализ частоты встречаемости

микробиота в изучаемом материале, можно будет окончательно установить статус фитопатогена в микобиоте Беларуси.

Кроме того, анализируя данные этикеток видно, что микромицет распространён практически по территории всей республики, кроме Гродненской обл. (в Гербарии отсутствуют сборы с территории области с признаками поражения *S. scleranthi*). Вероятнее всего стоит ожидать его обнаружение в этом регионе, т.к. микромицет зарегистрирован в пограничных с областью районах (Столбцовский район, Мядельский район Минской области и Пружанский район Брестской области), а также граничащих с областью странах (Польша [9], Литва [4]).

Основной период развития микромицета, при котором уже наблюдается конидиальное спороношение (опираясь на данные изученного гербарного материала) является период с мая по август. Скорее всего, в данный период времени происходит массовое расселение микромицета и заражение растений-хозяев.

По результатам теста ANOVA все образцы вида *Septoria scleranthi* Desm. статистически значимо не различаются между собой по всем изученным морфометрическим признакам ($p \geq 0.05$). Это может свидетельствовать о том, что морфологически микромицет на территории Беларуси однотипен и не формирует вариаций вида. Сравнивая данные, полученные нами (размеры конидий $(15.0-27.0-32.0(-40.0)) \times 2-3(-4)$ мкм, ср. зн. $29.5 \pm 4.0 \times 2.0 \pm 0.5$ мкм, мода = 32.0×2.0 мкм, отношение $(5.3-10.0-15.5(-20.0))$, ср. зн. 12.9 ± 3.1 , мода 15; перегородок $(0-1(-2))$, чаще 1) с данными литературы по Тетеревниковой-Бабаян [4] (размеры конидий $20.0-40.0 \times 1.5-2.0$ мкм с 1-2 перегородками), по Марланду А.Г. [2] (размеры конидий $30.0-40.0 \times 2.5-3.0$ мкм) можно сказать, что выявленный нами микромицет не отличается по размерам конидий, от тех, что представлены у выше перечисленных монографов. Наши же данные немного дополняют информацию об изменчивости вида, показывая, что микромицет крайне редко может формировать конидии шириной до 4 мкм (по нашим данным частота признака в выборке – 0.81%).

Исходя из того, что ряд микромицетов очень сложно обнаружить при полевой диагностике в силу очень мелких размеров их структур размножения, микологам и фитопатологам целесообразно обращать внимание на гербарные коллекции сосудистых растений, которые, как видно из работы, помогают изучать разнообразие субстратов, динамику развития микромицетов, географическое распространение, изменчивость, а также способствуют уточнению статуса микромицетов в микобиоте.

Литература

1. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – К.: Наукова думка, 1982. – 240 с.
2. Марланд, А.Г. Критический обзор рода *Septoria* применительно к флоре Эстонии / А.Г. Марланд. – Татру. – 1948. – 224 с.
3. Скворцов, А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А.К. Скворцов. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
4. Тетеревникова-Бабаян, Д.Н. Грибы рода *Septoria* в СССР / Д.Н. Тетеревникова-Бабаян. – Ереван: АН АрмССР, 1987. – 479 с.
5. Федюшко, И.А. Новые для Беларуси виды пикнидиальных септориоподобных микромицетов / И.А. Федюшко // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2024, – Вып. 2. – С. 72–87.
6. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д.В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В.И. Парфенова, А.В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.
7. Определитель высших растений Беларуси / Т.А. Сауткина и др. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
8. Шмидт, В.М. Математические методы в ботанике: учебн. пособие / В.М. Шмидт. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.

9. *Septoria scleranthi* Desm. [Electronic resource] / GBIF | Global Biodiversity Information Facility. – Mode of access: [https://www.gbif.org/ru/occurrence/search?offset=0&has_coordinate=true&has_geospatial_issue=false&taxon_key=5264528&geometry=POLYGON\(\(-81.25340%2013.07999,93.36274%2013.07999,93.36274%2082.96604,-81.25340%2082.96604,-81.25340%2013.07999\)\)&occurrence_status=present/](https://www.gbif.org/ru/occurrence/search?offset=0&has_coordinate=true&has_geospatial_issue=false&taxon_key=5264528&geometry=POLYGON((-81.25340%2013.07999,93.36274%2013.07999,93.36274%2082.96604,-81.25340%2082.96604,-81.25340%2013.07999))&occurrence_status=present/) – Date of access: 25.09.2024.

ТВЕРДЫЕ ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД ПАУЖЕТСКОГО ГЕОТЕРМАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАМЧАТКА)

Ю.В. Фролова, И.Е. Большаков, А.Б. Ермолинский
МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация,
ju_frolova@mail.ru

В настоящее время, в связи возросшей мировой потребностью в использовании нетрадиционных видов энергетических ресурсов, ведется активное освоение геотермальных месторождений. В целом, геотермальная энергия относится к экологически чистым и возобновляемым источникам. Вместе с тем, процесс эксплуатации геотермальных месторождений оказывает значительное влияние на окружающую среду, вызывая целый ряд последствий, в том числе, и негативных. К ним относятся изменение режима и местоположения поверхностных термопроявлений, деформации поверхности, изменение термодинамических параметров и перераспределение напряжений в недрах месторождения, снижение продуктивности скважин, зарастание труб минеральными компонентами, разъедание и коррозия оборудования и иные.

Одной из важнейших проблем при эксплуатации геотермальных месторождений является утилизация отработанного теплоносителя. В мировой практике существуют различные технологии его использования или утилизации. Как правило, отработанная вода закачивается в реинжекционные скважины, вновь поступая в гидрогеологический цикл. Помимо реинжекции, отработанную воду используют в целях теплофикации: для отопления жилых и промышленных зданий, теплиц; сушки древесины, изготовления кремнистой «муки», красок; разведения рыбы и пр. В ряде случаев, отработанная вода используется в бинарном цикле для повышения мощности электростанций. Кроме того, термальные воды обладают бальнеологическим эффектом, поэтому широко используются в лечебных целях.

На юге Камчатского полуострова с 1967 года работает первая в СССР Паужетская геотермальная электростанция, имеющая порядка 10 эксплуатационных скважин. В скважины под высоким давлением поступает пароводяная смесь, от которой на устье в специальных сепараторах отделяется пар и поступает по трубопроводам на станцию. После этого отработанные термальные воды сливаются в овраги и ручьи, в результате чего в руслах образуются покровы специфических отложений.

Цель работы – выявить особенности состава, строения и свойств твердых осадков, образующихся в результате сброса отработанных термальных вод в ручьи и овраги на Паужетском геотермальном месторождении.

Условия формирования, состав, строение и свойства твердых осадков сточных термальных вод. Опробованы и исследованы покровы, образовавшиеся в руслах ручьев результате слива отработанной горячей воды из трех скважин, из которых первые две являются эксплуатационными (характеристики воды при сливе: рН ~ 7,8–8,8, Т до 97–99°C), а третья в настоящее время не функционирует. Протяженность «шлейфов» достигает сотен метров, ширина – первых десятков метров, мощность отложений до 0,5–1 м.