



БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ  
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Совет молодых учёных БСИ ДВО РАН

# «PLANTAE & FUNGI»

Сборник тезисов III молодёжной всероссийской научной конференции  
с международным участием, 25-29 сентября 2023 г.

Научное электронное издание

Владивосток  
2023

УДК 581+ 582+ 58.002+ 58.009+ 58.084+502.3+502.4+ 581+550.846.2+561.28+582.24

Сборник тезисов конференции «Plantae & Fungi – 2023: Вызовы XXI века», 25-29 сентября 2023 г., Владивосток, Россия. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2023. 101 с.

В сборнике представлены тезисы III молодёжной всероссийской научной конференции с международным участием «Plantae & Fungi» (25-29 сентября 2023 г., Владивосток). Работы исследователей охватывают области биотехнологии и генетики, геоботаники и экологии растений, интродукции и селекции, микологии и лишенологии, интегративной систематики, флоры и сохранения биоразнообразия.

Материалы публикуются в авторской редакции.

#### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Анастасия Сергеевна Пьянова

Ксения Сергеевна Бердасова

Виолетта Дмитриевна Дзизюрова

Татьяна Яковлевна Петренко

Любовь Анатольевна Каменева

Татьяна Евгеньевна Лончакова

Надежда Валентиновна Киршова

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>БИОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА.....</b>	<b>7</b>
<i>Получение растений — регенерантов чеснока стрелкующегося (Allium sativum L.) из каллуса.....</i>	<i>7</i>
<b>Азопкова М.А.....</b>	<b>7</b>
<i>Предварительные результаты введения в культуру in vitro Lonicera tolmatchevii Pojark. ....</i>	<i>9</i>
<b>Бердасова К.С., Сабуцкий Ю.Е., Пьянова А.С.....</b>	<b>9</b>
<i>Выделение микроорганизмов, способных продуцировать биосурфактанты, из органических отходов... </i>	<i>10</i>
<b>Бикташева Л.Р., Кириченко А.А.....</b>	<b>10</b>
<i>Сочетание генетических и фенотипических методов для эффективной дифференциации изолятов растений.....</i>	<i>11</i>
<b>Валиахметов Э.Э., Афордоаньи Д.М., Валидов Ш.З. ....</b>	<b>11</b>
<i>Фунгицидная активность биосурфактантов, выделенных из штаммов Bacillus amyloliquefaciens B-12464 и Bacillus toyjovensis PS17.....</i>	<i>12</i>
<b>Гордеев А.С., Ежкин Н.А., Осморская З.И.....</b>	<b>12</b>
<i>Обработка картофеля Solanum tuberosum двуцепочечной РНК, комплементарной генам Phytophthora infestans inf1 и inf4, для защиты от фитофтороза.....</i>	<i>13</i>
<b>Иванов А.А.<sup>1,2</sup>, Голубева Т.С.<sup>1,2</sup> .....</b>	<b>13</b>
<i>Особенности микрклонального размножения Drosera anglica Huds. ....</i>	<i>14</i>
<b>Коваль О.Е.<sup>1</sup>, Пьянова А.С.<sup>2</sup>, Бердасова К.С.<sup>2</sup>, Сабуцкий Ю.Е.<sup>2</sup>.....</b>	<b>14</b>
<i>Связь транспозонов с изменением видо-специфичности фитопатогена Fusarium oxysporum f.sp. radicis-sicotteripum .....</i>	<i>15</i>
<b>Комиссаров Э.Н., Афордоаньи Д.М., Валидов Ш.З. ....</b>	<b>15</b>
<i>Влияние витаминно-минерального комплекса на биометрические показатели княженики арктической in vitro .....</i>	<i>16</i>
<b>Кульчицкий А.Н.<sup>1</sup>, Макаров С.С.<sup>2</sup>.....</b>	<b>16</b>
<i>Экологически безопасные способы использования отходов от производства гуминовых регуляторов роста .....</i>	<i>17</i>
<b>Машкин И.А.<sup>1</sup>, Макеенко А.А.<sup>2</sup>, Никодова Т.С.<sup>3</sup> .....</b>	<b>17</b>
<i>К изучению особенностей углекислотного экстракта золотарника канадского .....</i>	<i>18</i>
<b>Мирошкина С.А., Черепанов И.С.....</b>	<b>18</b>
<i>Эндемики Дальнего Востока в коллекции живых растений in vitro Ботанического сада-института ДВО РАН .....</i>	<i>19</i>
<b>Пьянова А.С., Сабуцкий Ю.Е., Бердасова К.С., Лончакова Т.Е.....</b>	<b>19</b>
<i>Изучение липолитически активных штаммов азотфиксирующих бактерий и оценка их фитостимулирующих свойств .....</i>	<i>20</i>
<b>Родионов Е.М., Бошляков Г.С., Гришина Е.В., Пайбердин А.О., Пак Д.В., Петрова А.М., Юрина И.А. ....</b>	<b>20</b>
<i>Антимикотическое действие экстракта Lathyrus vernus subsp. Vernus в отношении биоплёнок дрожжеподобных грибов рода Candida. ....</i>	<i>21</i>
<b>Сачивкина Н.П.....</b>	<b>21</b>
<b>ГЕОБОТАНИКА И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ .....</b>	<b>22</b>
<i>Оценка состояния древостоя вдоль реки Рудная Приморского края .....</i>	<i>22</i>
<b>Белова С.С., Голубев Д.А., Колобанов К.А., Гула К.Е.....</b>	<b>22</b>
<i>Функциональные признаки листьев важны для формирования субальпийских растительных сообществ. ....</i>	<i>24</i>
<b>Гулов Д.М.....</b>	<b>24</b>
<i>Оценка уязвимости чернопихтово-широколиственных лесов: подход Международного союза охраны природы .....</i>	<i>25</i>
<b>Дзизюрова В.Д.<sup>1,2</sup>, Дудов С.В.<sup>2</sup> .....</b>	<b>25</b>
<i>О работе над Атласом флоры России.....</i>	<i>26</i>
<b>Дудов С.В., Серегин А.П.....</b>	<b>26</b>
<i>Функциональное разнообразие высокогорных фитоценозов Северо-Западного Кавказа.....</i>	<i>27</i>
<b>Дудова К.В. ....</b>	<b>27</b>
<i>Структура сосновых древостоев центральной части Кольского полуострова .....</i>	<i>28</i>

<b>Евдокимов А.С.</b> .....	28
Оценка поражения лесов Арктической зоны Красноярского края с помощью вероятностно-графической модели.....	29
<b>Ефремова И.С., Мучкина Е.Я., Тасейко О.В.</b> .....	29
Первые стадии зарастания окон в поле древостоя в чернопихтово-кедрово-широколиственных лесах..	30
<b>Замуруева В.В., Петренко Т.Я.</b> .....	30
Инокуляция листьев сои суспензией спор грибов <i>Diaporthe eres</i> .....	31
<b>Каботов Е.Э., Шумилова Л.П.</b> .....	31
Палинология малых озёр Дарвинского заповедника (Молого-шекснинская низменность, озеро Мотыкино).....	32
<b>Камыгина А.В.<sup>1,2</sup>, Ершова Е.Г.<sup>2</sup></b> .....	32
Изменение функциональных признаков листьев лесных растений в различных условиях произрастания.	33
<b>Карнов М.В.</b> .....	33
Важна ли растениям микориза для колонизации вулканических субстратов? .....	34
<b>Котлярова Е.В.<sup>1,2</sup>, Кораблёв А.П.<sup>2</sup></b> .....	34
Оценка потенциала рапса как сидерата в условиях повышенных температур.....	35
<b>Курьнцева П.А.</b> .....	35
Предварительные данные об изменении численности культуры <i>Chlorella vulgaris</i> Beijer. в зависимости от времени добавления фосфора.....	36
<b>Лазарева А.М., Ипатова В.И.</b> .....	36
Особенности возобновления дуба черешчатого на территории Орехово-Зуевского лесничества Московской области .....	37
<b>Мамаева Р.А., Захаров В.П.</b> .....	37
Динамика ареалов темнохвойных видов на Дальнем Востоке в ответ на климатические изменения.....	38
<b>Петренко Т.Я.</b> .....	38
Локальная растительность долины реки Камчатка в голоцене: реконструкция на основе данных палинологии и тефрохронологии.....	39
<b>Пименов В.Е., Ершова Е.Г.</b> .....	39
Классификация лиственных лесов хребта Тукурингра (Амурская область).....	40
<b>Рябенко О.И.</b> .....	40
Тенденции структурного отклика коры и древесины берез по макропризнакам стволов в ландшафтах вулканических и морских побережий Дальнего Востока. ....	41
<b>Тальских А.И., Копанина А.В., Власова И.И.</b> .....	41
Изменение жизненной стратегии <i>Dactylorhiza viridis</i> (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase в процессе онтогенеза .....	42
<b>Хомутовский М.И.<sup>1,2</sup>, Ярош А.С.<sup>1</sup></b> .....	42
Изменение растительного покрова под воздействием активности Южно-Сахалинского грязевого вулкана по спутниковым данным.....	44
<b>Швидская К.А., Копанина А.В.</b> .....	44
<b>ИНТРОДУКЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ</b> .....	<b>45</b>
Опыт интродукции боярышников в дендрологическом саду САФУ.....	45
<b>Александрова Ю.В.</b> .....	45
Анализ состава семян овощной сои с применением метода автофлуоресценции и тандемной масс-спектрометрии.....	47
<b>Зинченко Ю.Н.<sup>1,2</sup>, Мульо Панолуиса Ф.Э.<sup>3</sup>, Кузнецова В.А.<sup>1</sup>, Разгонова М.П.<sup>1,2</sup></b> .....	47
Динамика фенологических фаз <i>Magnolia sieboldii</i> в условиях изменяющегося климата .....	49
<b>Каменева Л.А., Богачёв И.Г.</b> .....	49
Опыт интродукции редкого вида <i>Astragalus calycinus</i> M. Bieb. (Fabaceae Lindl.) в Ботаническом саду Южного федерального университета.....	51
<b>Макарова Л.И., Кузьменко И.П.</b> .....	51
Культурный ареал распространения представителей рода <i>Magnolia</i> L. ....	52
<b>Малевич А.М., Шпитальная Т.В.</b> .....	52
Семенное самовозобновление представителей рода <i>Acer</i> L. в Архангельске.....	54
<b>Попкова И.А.</b> .....	54

Представители дальневосточной флоры в Барнаульском дендрарии.....	56
<b>Синогейкина Г.Э., Клементьева Л.А.</b> .....	56
Особенности строения эпидермиса листа <i>Iris setosa</i> PALL. EX LINK из разных мест произрастания .....	58
<b>Столетова Н. В.<sup>1</sup>, Царенко Н.А.<sup>1</sup>, Миронова Л.Н.<sup>2</sup></b> .....	58
Некоторые особенности строения пыльцевых зерен садовых роз из коллекции БСИ ДВО РАН.....	59
<b>Тхай Х.Н.<sup>1</sup>, Царенко Н.А.<sup>1</sup>, Зорина Е.В.<sup>2</sup></b> .....	59
Оценка состояния лесосеменной прививочной плантации быстрорастущих форм осины в Костромской области.....	60
<b>Чудецкий А.И.<sup>1</sup>, Багаев Е.С.<sup>2</sup></b> .....	60
<b>МИКОЛОГИЯ И ЛИХЕНОЛОГИЯ</b> .....	<b>61</b>
Результаты изучения видового разнообразия миксомицетов ( <i>Mухомycetes</i> ) в заповеднике «Кедровая Падь» в 2016–2020 годах .....	61
<b>Бортников Ф.М.</b> .....	61
Участие восточноазиатских микромицетов и растений в формировании видового богатства мучнисторосяных грибов на Среднем Урале.....	62
<b>Будимиров А.С.<sup>1,2</sup></b> .....	62
Краснокнижные виды афиллофоровых грибов в Приморском крае.....	63
<b>Бухарова Н.В.</b> .....	63
Дополнение к флоре мхов города Магадана и его окрестностей.....	65
<b>Вильк Е. Ф.</b> .....	65
Афиллофороидные грибы национального парка "Самурский" (Дагестан, Россия): сокровища лианового леса.....	66
<b>Волобуев С.В.</b> .....	66
Биоэкологические особенности вида <i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.....	67
<b>Гасина М.И.</b> .....	67
Видовой состав накипных лишайников национального парка «Лосиный остров».....	68
<b>Гудкова Е.П.</b> .....	68
Углеродное дыхание грибов белой и бурой гнили.....	69
<b>Диярова Д.К.</b> .....	69
Ростовой и биосинтетический потенциалы макромицетов национального парка Та Дунг (Социалистическая республика Вьетнам).....	70
<b>Жердев Д.В.<sup>1</sup>, Фам Х.З.<sup>2</sup>, Псурцева Н.В.<sup>3</sup></b> .....	70
Лишениобиота Самурского леса и ее вклад в разнообразие лишениобиоты Дагестана.....	71
<b>Исмаилов А.Б.</b> .....	71
Видовое разнообразие микобиоты микрорайона Гумрак (г. Волгоград).....	72
<b>Куницына И.М., Курагина Н.С.</b> .....	72
Биологический мониторинг микобиоты в зоне деятельности предприятий г. Волгограда.....	73
<b>Латенко С.В., Курагина Н.С.</b> .....	73
Первые находка <i>Alternaria brassicae</i> Sacc. на сельскохозяйственных культурах Узбекистана.....	74
<b>Маманазарова К.С., Турабоев М.Б.</b> .....	74
К истории изучения лишайников рода <i>Acarospora</i> A. Massal.....	75
<b>Панькова В.В.</b> .....	75
Эколого-физиологическая характеристика доминантных видов лишайников сосновых лесов Средней Сибири.....	76
<b>Полосухина Д.А., Прокушин А.С.</b> .....	76
Эксперимент по годовой культивации миксомицетов во «влажных камерах» для установления полноты скрытого разнообразия малых водно-болотных экосистем Западного Татарстана (Россия).....	77
<b>Садыков Р.Э., Потапов К.О.</b> .....	77
Семейство <i>Entomophthoraceae</i> в России: история исследований и современное состояние изученности.....	78
<b>Самойлова Е.В.</b> .....	78
Идентификация возбудителя карликовой головни пшенице <i>Tilletia controversa</i> J.G. Kühn методом полимеразной цепной реакции .....	79
<b>Уварова Д.А., Сурина Т.А.</b> .....	79

Изучение биологического разнообразия грибов группы порядков Дискомицеты (отдел Ascomycota) на территории антропогенных ландшафтов Новосибирского Академгородка .....	80
<b>Филимонова Д.А.<sup>1</sup>, Воробьева И.Г.<sup>1,2</sup></b> .....	80
Изучение эффективности применения естественных субстратов для наработки мицелия микоризообразующих грибов .....	82
<b>Хархасова И.А., Константинов А.В., Острикова М.Я., Пантелеев С.В., Коваленко С.А.</b> .....	82
<i>Colletotrichum putraeae</i> - возбудитель антракноза сельскохозяйственных культур .....	84
Разнообразие грибов-возбудителей болезней хвои сосен Приморского края .....	86
<b>Шухин Д.И., Сурина Т.А.</b> .....	86
<b>ИНТЕГРАТИВНАЯ СИСТЕМАТИКА</b> .....	<b>87</b>
Дополнительные методы диагностики некоторых представителей сем. Solanaceae Juss. ....	87
<b>Дёмина А.С.</b> .....	87
Проблемы баркодирования видов рода осока ( <i>Carex</i> L.) на примере секции <i>Ceratocystis</i> Dumort. ....	88
<b>Домашкина В.В.<sup>1,2</sup>, Леострин А.В.<sup>2</sup>, Носов Н.Н.<sup>2</sup>, Данилов Л.Г.<sup>1</sup>, Родионов А.В.<sup>1,2</sup>, Конечная Г.Ю.<sup>1,2</sup>, Гусарова Г.Л.<sup>1</sup></b> .....	88
Филогения представителей рода <i>Gagea</i> Salib. в пределах Алтайской горной страны .....	90
<b>Жолнерова Е.А.<sup>1*</sup>, Ваганов А.В.<sup>1,2</sup>, Колтунова А.М.<sup>1</sup>, Зайков В.Ф.<sup>1</sup></b> .....	90
Комплексное исследование видов рода <i>Sanguisorba</i> .....	91
<b>Колтунова А.М.<sup>1</sup>, Куцев М.Г.<sup>1,2</sup></b> .....	91
Сравнение генетического разнообразия представителей подсекции <i>Ledum</i> (род <i>Rhododendron</i> ) на острове Сахалин и в других регионах Дальнего Востока (ДВ): данные изменчивости маркеров хлоропластной ДНК .....	92
<b>Юнусова Д.Р., Полежаева М.А.</b> .....	92
<b>ФЛОРА И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ</b> .....	<b>93</b>
Предварительные данные о флоре цианобактерий российских вод Финского залива Балтийского моря .....	93
<b>Горин К.К.</b> .....	93
Актуальные вопросы изучения растительного покрова малых и средних городов России .....	95
<b>Жучков Д.В., Фетисов Д.М.</b> .....	95
Таксономическая структура флоры памятника природы «Яранская берёзовая роща» (Кировская область) .....	97
<b>Козлов К.Е., Шабалкина С.В.</b> .....	97
Сохранение ценного вида <i>Castanea dentata</i> Borkh. в Главном ботаническом саду РАН .....	98
<b>Соколова В.В.</b> .....	98
Рутарии в дендрологическом саду САФУ имени И.М. Стратоновича .....	99
<b>Сунгурова Н.Р., Стругова Г.Н., Страздаускене С.Р.</b> .....	99
<i>Prinula tazurenkoea</i> A.P. Khokhr. в Баунтовском районе Республики Бурятия .....	101
<b>Шишмарева М.Л.</b> .....	101

## БИОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

DOI: 10.17581/paf2023.01

### Получение растений — регенерантов чеснока стрелкующегося (*Allium sativum* L.) из каллуса

Азопкова М.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская область, Раменский район, Верея, Россия

*tixanish@mail.ru*

Чеснок (*Allium sativum* L.) – вегетативно размножаемое растение, требовательное к плодородию почвы и уровню pH 6,5-7, имеет богатый химический состав, поэтому его применяют в различных отраслях. Получение новых форм растений возможно при активном применении биотехнологических методов, в том числе клеточной селекции.

К настоящему времени для многих сельскохозяйственных растений разработаны методы индукции и культивирования каллуса, условия регенерации растений на питательных средах. Для *in vitro* регенерации чеснока с помощью каллусной культуры чаще всего используют среду MS, содержащую 2,4-Д, кинетин, БАП, НУК в различных концентрациях [3-8, 10].

Целью проведенных исследований - выявить оптимальные концентрации регуляторов роста в питательной среде для получения растений- регенерантов чеснока из каллуса.

Исходным материалом служил сорт чеснока стрелкующегося Гладиатор, для которого характерен ценный комплекс признаков, и прежде всего высокая урожайность и лежкоспособность. Эксплантами служили соцветия чеснока, изолированные на 7, 14 и 21 сутки после выхода из пазух листьев [1, 2].

Полученный ранее каллус чеснока культивировали на питательной среде MS[9], содержащей сахарозу в концентрации 30 г/л и регуляторы роста в различных концентрациях: БАП- 1,0 мг/л; БАП – 1,0 мг/л и НУК – 0,1 мг/л; БАП – 1,0 мг/л и НУК – 1,0 мг/л; БАП – 2,0 мг/л и НУК – 2,0 мг/л; кинетин -1,0 мг/л; кинетин -2,0 мг/л.

При культивировании каллусных фрагментов, на питательной среде, содержащей кинетин в концентрации 1 мг/л и 2 мг/л, образовалось 5,91 и 6,31 побегов на 1 трансплант у 7-ми суточных эксплантов, 6,39 и 7,3 шт./эксплант – у 14-ти суточных эксплантов, 2,76 и 3,07 шт./эксплант - у эксплантов в возрасте 21 суток.

В других вариантах на 1 трансплант образовалось от 0,05 до 0,29 побегов в зависимости от содержания регуляторов роста в питательной среде и возраста экспланта.

При культивировании каллусных сегментов на питательной среде, содержащей БАП в концентрации 2 мг/л и НУК – 2 мг/л образовалось от 0,5 до 2,71 побега на 1 трансплант в зависимости от возраста экспланта. В этом варианте наблюдали признаки сильной витрификации тканей.

Полученные побеги чеснока, имеющие признаки витрификации, культивировали на питательной среде MS, содержащей 75% минеральных веществ по прописи, сахарозы - 20 мг/л, кинетина – 0,5 мг/л и 1 мг/л для снижения гормональной нагрузки. При последующем росте и развитии побегов чеснока витрификации не выявлено.

В результате проведенных исследований отмечено, что лучшим вариантом является питательная среда MS, обогащенная кинетином, на которой образовалось наибольшее количество жизнеспособных побегов.

Список литературы:

1. Азопкова М.А. Индукция каллусогенеза соцветий чеснока (*Allium sativum* L.) *in vitro*// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. №2, С. 43-47. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-2-5
2. Поляков А.В., Азопкова М.А., Муравьёва И.В. Получение *in vitro* посадочного материала чеснока озимого (*Allium sativum* L.). Методическое руководство. 2018. 12 с.
3. Скорина В.В., Берговина И.Г., Никонович Т.В. Оптимизация условий регенерации растений озимого чеснока (*Allium sativum* L.) в культуре *in vitro*// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 1. С. 67-72.
4. Khan N., Alam M.S. and Nath U.K. In vitro regeneration of garlic through callus culture// J Biol Sci. 2004. No 4 (2). pp. 189-191. DOI:10.3923/jbs.2004.189.191
5. Khan N, Chaudhary MF, Abbasi AM, Khan SA, Nazir A, et al. Development of an efficient callus derived regeneration system for garlic (*Allium sativum* L.) from root explant// J Plant Breed Agric. 2017.Vol.1. No.1. pp. 1-12.
6. Martin-Urdiroz, N., Garrido-Gala, J., Martin, J. and Barandaran, X. Effect of light on the organogenic ability of garlic roots using a one step *in vitro* system// Plant Cell Rep. 2004. No 22(10). pp. 721-724. DOI:10.1007/s00299-003-0744-0
7. Mehta J, Sharma A, Sharma N, Megwal S, Sharma G, Gehlot P, et al. An improved method for callus culture and in vitro propagation of garlic (*Allium sativum* L.)// Int J Pure App Biosci. 2013. No 1(1). pp.1-6.
8. Metwally E. I., Denary M. E., Dewir Y. H. and Naidoo Y. In vitro propagation of garlic through adventitious shoot regeneration// African J. Biotech. 2014.No 13(38). pp. 3892-3900. DOI:10.5897/AJB2014.13931
9. Murashige, T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures// Physiol. Plant.- 1962. V.15. № 13. P.473-497.
10. Zheng, SiJun, Heinken B., Krens F.A., Kik C., Zheng, S. J. The development of an efficient cultivar- independent plant regeneration system from callus derived from both apical and non-apical root segments of garlic (*Allium sativum* L.)// In vitro Cell. Dev. Biol. Plant.2003. No 30(3). pp. 288- 292. DOI: 10.1079/ivp2002378



DOI: 10.17581/paf2023.02

**Предварительные результаты введения в культуру *in vitro* *Lonicera tolmatchevii* Pojark.**

**Бердасова К.С., Сабуцкий Ю.Е., Пьянова А.С.**

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*k.berdasova@mail.ru*

*Lonicera tolmatchevii* Pojark. (Caprifoliaceae) – уязвимый эндемик острова Сахалин. Вид включён в Красную книгу Российской Федерации [1] и Красную книгу Сахалинской области [2].

Для получения асептической культуры *L. tolmatchevii* семена стерилизовали раствором AgNO<sub>3</sub> и высевали на поверхность среды Мурасиге-Скуга (МС) без добавления регуляторов роста [3]. Прорастание происходило на свету (массовое через 14 дней) и достигало 55%. Далее сеянцы культивировали на той же среде. При достижении высоты побегов 3-4 см, сеянцы делили на экспланты, содержащие по 2 междоузлия. Полученные экспланты переносили на среду МС, содержащую различные концентрации регуляторов роста для исследования процесса микроразмножения.

Показана эффективность использования цитокининов: кинетина (Кн), изопентениладенина (2-иР) и 6-бензиламинопурина (6-БАП).

Применение Кн и 2-иР в концентрации 1 и 2 мг/л приводит к образованию в среднем 2,1-2,3 побега на эксплант, для которых наблюдается слабый рост и частичный некроз при культивировании больше 3-х месяцев. Использование 6-БАП в концентрации 1 мг/л приводит к увеличению коэффициента размножения до 5,4 побегов на эксплант, а при концентрации 2 мг/л до 6,2. Наилучший рост побегов отмечается только в случае концентрации 6-БАП 2 мг/л.

Исследование проведено на базе уникальной научной установки «Коллекция живых растений *in vitro* Ботанического сада-института ДВО РАН» (реестровый номер регистрации на сайте <http://skp-rg.ru> – 347296) по теме государственного задания «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии». Регистрационный номер: 122040800086-1.

Список литературы:

1. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. 855 с.
2. Красная книга Сахалинской области: Растения и грибы. Кемерово: ООО «Технопринт», 2019. 354 с.
3. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant*, 1962. Vol. 15 P. 473–497.

DOI: 10.17581/paf2023.03

**Выделение микроорганизмов, способных продуцировать биосурфактанты, из органических отходов**

**Бикташева Л.Р., Кириченко А.А.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*biktasheval@mail.ru*

Биосурфактанты, они же биологические поверхностно-активные вещества, образуемые микроорганизмами, пользуются все возрастающим интересом благодаря широким возможностям их применения. Преимуществами этих веществ является высокая биоразлагаемость и безопасность для окружающей среды. В сельском хозяйстве существуют несколько областей их применения. Во-первых, биосурфактанты, обладая способностью к изменению поверхностного натяжения, возможно применять в качестве адьювантов. Во-вторых, биосурфактанты могут быть использованы в качестве фунгицидов, благодаря их способности подавлять рост фитопатогенных грибов.

Массовое применение биосурфактантов, однако ограничено высокой стоимостью их производства. Одним из факторов высокой стоимости является цена субстратов для роста микроорганизмов. Решением этой проблемы может стать использование органических отходов в качестве субстратов. Применение отходов будет способствовать как снижению издержек при производстве биосурфактантов, так и повторному применению данных отходов. Среди отходов, исследуемых в качестве субстратов, можно выделить промышленные, сельскохозяйственные и пищевые отходы.

В ходе нашей работы был проведен скрининг микроорганизмов из органических отходов, способных продуцировать биосурфактанты. Для исследования были выбраны и отобраны следующие виды отходов – сырая нефть, нефтезагрязненные почвы, жмых подсолнечника, масло после жарки и отработанное моторное масло. Микроорганизмы культивировали на минеральной среде, используя отход в качестве единственного источника углерода. Был выделен 21 изолят микроорганизмов, продуцирующих биосурфактанты, которые были охарактеризованы с точки зрения изменения поверхностного натяжения воды и эмульгирующих способностей. Установлено, что наиболее эффективными штаммами с точки зрения уменьшения поверхностного натяжения были – A<sub>mo</sub> (моторное масло), C<sub>sc</sub> и E<sub>sc</sub> (жмых подсолнечника), A<sub>o</sub> и B<sub>o</sub> (сырая нефть), показывая поверхностное натяжение в диапазоне 21,6-35,8 мН/м. Данные штаммы имеют значения поверхностного натяжения, сравнимые с показателями химических ПАВ, что указывает на их высокую эффективность. Отмечено, что наибольшей эмульгирующей активностью, по данным индекса эмульгирования равному 50%, обладают штаммы B<sub>mo</sub>, C<sub>mo</sub> (моторное масло), C<sub>sc</sub> (жмых подсолнечника), B<sub>o</sub> (сырая нефть). Штамм A<sub>wfo</sub> показывают минимальную эмульгирующую активность равную 0%.

В результате данной работы из маслосодержащих органических отходов были выделены микроорганизмы, обладающие способностью к синтезу биосурфактантов. Наибольшей эффективностью согласно высоким индексам эмульгирования и уровням снижения поверхностного натяжения, обладают биосурфактанты, произведенные штаммами C<sub>sc</sub>, E<sub>sc</sub>, A<sub>o</sub> и B<sub>o</sub>.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 23-24-00611.

DOI: 10.17581/paf2023.04

## **Сочетание генетических и фенотипических методов для эффективной дифференциации изолятов растений**

**Валиахметов Э.Э., Афордоаньи Д.М., Валидов Ш.З.**

Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»,  
Казань, Россия

*e.valiahmetov@knc.ru*

Эффективные биопрепараты для защиты и стимуляции растений являются важной составляющей повышения продуктивности растениеводства и безопасности получаемой продукции. Исследование качественного и количественного состава микробиома сельскохозяйственных культур позволит создать более эффективные биопрепараты на основе устойчивых консорциумов.

Анализ состава микробиома, как и поиск новых перспективных штаммов, главным образом сводится к решению трех задач: выделение микроорганизмов, их идентификации и выявлению полезных свойств. Зачастую, одна проба может содержать несколько изолятов одного и того же вида, а наиболее представленные штаммы присутствуют в количестве большем, чем остальные микроорганизмы. Нами был применен комбинированный подход к дифференциации бактериальных изолятов, включающий в себя ПЦР-фингерпринтинг (BOX-PCR) и последующим анализом с помощью программы GelJ [1] в сочетании с фенотипическим анализом ферментативных активностей изолятов (амилазной, целлюлазной, липазной, протеазной и хитиназной), Интересующие уникальные штаммы затем идентифицируются методом секвенирования гена 16S рРНК, что также позволяет выявить условно патогенные штаммы и исключить их из дальнейшей работы.

Наибольшую эффективность данный подход демонстрирует при анализе микробиома надземной части растений, которая имеет относительно низкое видовое разнообразие [2]. Рассмотрим его применение на примере определения бактериального консорциума филопланы озимой пшеницы на стадиях трубкования и восковой спелости. При анализе изоляты со стадии трубкования были сгруппированы в 3 крупных кластера, включающих в себя 57, 18 и 10 штаммов; один малый кластер, включающий 2 штамма, были также обнаружены 2 уникальных штамма. Изоляты стадии восковой спелости формировали 4 кластера включающих 50, 4, 4 и 2 штамма соответственно, а также один уникальный штамм. Проведение ПЦР-фингерпринтинга и кластерного анализа в сочетании с данными ферментативных активностей позволило значительно сократить количество изучаемых изолятов без потери их разнообразия. Такой подход позволил исключить секвенирование 83,9% клонов (73 из 83) для стадии трубкования и 86,9% клонов (53 из 61) для стадии восковой спелости, поскольку данные изоляты были клонами одних и тех же штаммов. Тем самым, удалось значительно сократить объем работы и затраты на исследование, не теряя полноты получаемых данных.

Список литературы:

1. Heras J. et al. GelJ – a tool for analyzing DNA fingerprint gel images //BMC bioinformatics. – 2015. – Т. 16. – №. 1. – С. 1-8.
2. Saleem B. Phyllosphere Microbiome: Plant Defense Strategies //Microbiomes and the Global Climate Change. – Springer, Singapore, 2021. – С. 173-201.

DOI: 10.17581/paf2023.05

**Фунгицидная активность биосурфактантов, выделенных из штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* B-12464 и *Bacillus mojavensis* PS17**

**Гордеев А.С., Ежкин Н.А., Осморская З.И.**

Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

*drgor@mail.ru*

Распространение фузариоза, вызываемого патогенным грибом рода *Fusarium*, представляет значительную угрозу растениям - поражение вегетативных частей, угнетение роста и развития, а также воздействие микотоксинов на зерно и сельскохозяйственную продукцию [3]. Такие угрозы не остаются без внимания, подталкивая к разработке и внедрению в производство средств защиты растений. Наиболее распространены бензимидазолы и триазолы, однако известно, что устойчивость возбудителей фузариоза к этим фунгицидам возрастает [1]. В свете экологизации сельского хозяйства и тенденций к «зелёной химии» открывается перспектива для биосурфактантов - амфифильных метаболитов различных микроорганизмов, снижающими поверхностное натяжение раствора. Известно, что распространённые биосурфактанты, липопептиды и рамнолипиды, безопасны для экосистем, могут вноситься в почву и на поверхность растений, оказывают стимулирующее действие и могут быть получены при культивировании на различных субстратах, в том числе, отходах различного происхождения [4]. Исследования свойств и применимости биосурфактантов вовлекает как поиск областей применения, технологий получения, описания структуры, так и механизмов воздействия на различные фитопатогены, в том числе токсинопродуцирующих. Интерес вызывает действующая доза и динамика воздействия, а также их связь с физико-химическими показателями. Как правило, для каждого штамма продуцента производятся испытания, направленные на поиск наиболее продуктивного микроорганизма и условий культивирования [2]. Авторами настоящего исследования были выделены биосурфактанты из штаммов почвенных микроорганизмов *Bacillus amyloliquefaciens* B-12464 и *Bacillus mojavensis* PS17 с последующей оценкой их воздействия на рост *F. graminearum* методом измерения площади покрытия. Было выявлено наличие дозозависимого эффекта: рост концентрации биосурфактанта в водном растворе сопровождался подавлением роста колонии фитопатогена, при этом, наиболее активное подавление проявлял липопептид, выделенный из *B. mojavensis* PS17.

Список литературы:

1. de Chaves M. A. et al. Fungicide resistance in *Fusarium graminearum* species complex //Current Microbiology. – 2022. – Т. 79. – №. 2. – С. 62
2. Ghasemi A. et al. Biosurfactant production by lactic acid bacterium *Pediococcus dextrinicus* SHU1593 grown on different carbon sources: strain screening followed by product characterization //Scientific reports. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 5287
3. Goswami R. S., Kistler H. C. Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops //Molecular plant pathology. – 2004. – Т. 5. – №. 6. – С. 515-525.
4. Jimoh A. A., Lin J. Biosurfactant: A new frontier for greener technology and environmental sustainability //Ecotoxicology and Environmental safety. – 2019. – Т. 184. – С. 109607.

DOI: 10.17581/paf2023.06

**Обработка картофеля *Solanum tuberosum* двуцепочечной РНК, комплементарной генам *Phytophthora infestans inf1* и *inf4*, для защиты от фитофтороза**

**Иванов А.А.<sup>1,2</sup>, Голубева Т.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Институт Цитологии и Генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия

\* [frolova@bionet.nsc.ru](mailto:frolova@bionet.nsc.ru)

Фитофтороз – это заболевание, поражающее такие хозяйственно-значимые культуры, как томат и картофель, которое вызывается оомицетом *P. infestans*. Для защиты от него используются фунгициды, в большом количестве негативно влияющие на окружающую среду. Альтернативой классическим фунгицидам в борьбе с фитофторозом может стать Спрей-индуцированный сайленсинг генов (SIGS), подразумевающий обработку растений двуцепочечной РНК (дцРНК), запускающей механизм РНК-интерференции для подавления трансляции целевого гена. Таким образом можно подавлять экспрессию как генов растения, так и патогена.

Нами были выбраны два гена *P. infestans*, *inf1* и *inf4*, принимающие участие соответственно в некротрофной и биотрофной стадиях развития паразита. Для наработки дцРНК в бактериях *Escherichia coli* НТ115 на базе плазмиды L4440 были сконструированы два экспрессионных вектора, несущих фрагмент кДНК этих генов между двумя разнонаправленными промоторами фага T7.

Для обработки были взяты 10 эксплантов картофеля возрастом 6 недель, выращенных на среде Мурасиге-Скуга. Контрольные растения обрабатывались водой, опытные – раствором дцРНК одного из генов или их комбинацией из расчета 5 мкг на растение. Спустя 24 ч после обработки производилась инокуляция зооспорами фитофторы с регистрацией эффекта через 5 дней. Площадь поражения каждого листа измерялась в программе ImageJ.

По результатам измерений площадь поражения была достоверно больше у растений, обработанных водой, чем у других трех экспериментальных групп, которые были обработаны дцРНК. Достоверных различий между обработкой индивидуальными дцРНК или их комбинацией выявлено не было.

Работа поддержана грантом РФФИ № 22-76-00037.

DOI: 10.17581/paf2023.07

### Особенности микроклонального размножения *Drosera anglica* Huds.

Коваль О.Е.<sup>1</sup>, Пьянова А.С.<sup>2</sup>, Бердасова К.С.<sup>2</sup>, Сабущкий Ю.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*ksoks92.65@gmail.com*

Росянки являются ценными декоративными растениями, некоторые представители, такие как *Drosera anglica* Huds., занесены в Красные книги. В связи с чем требуется поиск эффективных методов выращивания таких видов с целью создания коллекций и размножения для удовлетворения спроса коллекционеров и любителей хищных растений. Микроклональное размножение является одним из таких методов.

Для исследования влияния минерального состава на микроклональное размножение *D. anglica* были взяты питательные среды по прописям Мурасиге-Скуга (MS), для культивирования древесных растений (WPM) и Кворина-Лепуавра (QL). Данные среды были использованы в полном минеральном составе, с уменьшенным в 2 раза количеством макроэлементов и аналогичные составы с добавлением регуляторов роста 0,5 мг/л 6-бензиаминопурин (6-БАП) и 0,04 мг/л индолил-3-масляная кислота (ИМК).

На момент первого подсчета коэффициента размножения все среды имели схожий низкий коэффициент от 1 до 2,05. Самый высокий коэффициент был отмечен при культивировании на питательной среде  $\frac{1}{2}$  WPM (2,05), самый низкий – MS (1,0) и MS с добавлением регуляторов роста (1,09). С 45-го дня наблюдается повышение коэффициента размножения на среде  $\frac{1}{2}$  MS (5,52). Для сравнения: второй по величине коэффициент был отмечен на среде  $\frac{1}{2}$  WPM и был равен 4,04. Такая же тенденция сохраняется и на 75-й день: величина коэффициентов составила 8,9 и 6,23 на  $\frac{1}{2}$  MS и  $\frac{1}{2}$  WPM соответственно.

Наилучшей средой для размножения росянки английской стала  $\frac{1}{2}$  MS. Коэффициент размножения самый высокий на момент последнего подсчета – 14,6. Второй по эффективности размножения результат отмечен и на среде WPM – 8,19, и близкий к нему 8,14 на среде  $\frac{1}{2}$  WPM. Худшими средами для микроклонального размножения *D. anglica* стали MS и MS с добавлением регуляторов роста с коэффициентами на момент последнего подсчета 0,33 и 0,66 соответственно. Такой коэффициент означает, что не только не произошло появления новых микрорастений, но и изначальные материнские погибали. Также сравнительно низкий коэффициент был выявлен при использовании модифицированных питательных сред QL и QL с добавлением регуляторов роста (2,9 и 2,62 соответственно).

Исследование проведено на базе уникальной научной установки «Коллекция живых растений *in vitro* Ботанического сада-института ДВО РАН» (реестровый номер регистрации на сайте <http://скр-рф.ru> – 347296) по теме государственного задания «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии». Регистрационный номер: 122040800086-1.

DOI: 10.17581/paf2023.08

**Связь транспозонов с изменением видо-специфичности фитопатогена *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum***

**Комиссаров Э.Н., Афордоanyi Д.М., Валидов Ш.З.**

Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»,  
Казань, Россия

*e.komissarov@knc.ru*

Вид *Fusarium oxysporum* (Fox) является фитопатогенным несовершенным грибом, наносящим ущерб сельскому хозяйству. Его внесистемно подразделяют на специальные формы, способные поражать определенного растения-хозяина. Количество описанных специальных форм уже превышают сотню [1]. Специфичность Fox связывают с группой генов, именуемой SIX (Secreted in Xylem), локализованных на одной хромосоме богатой мобильными элементами. Комбинация указанных генов считается ключом к способности инфицировать определенное растение. У Fox не обнаружена половая стадия развития, в связи с чем разнообразие специальных форм и связанных с ними комбинаций генов SIX приписывается мобильным элементам генома [3].

В данной работе используется специальная форма, вызывающая корневые гнили огурца, а не сосудистое увядание [2]. Корневая гниль является более общим по своей сути заболеванием, что позволило получить штамм, который смог вызвать поражения корней томатов, не теряя вирулентности к огурцам.

Состав SIX генов, являющихся ключевыми для заражения огурца и томатов, у полученных мутантов не изменился. Однако был установлен факт перемещения транспозонов у мутантных форм путём рестрикции генома по сайтам, расположенным на мобильных элементах с последующим лигированием и инвертированным ПЦР.

Список литературы:

1. Armstrong G. M. Formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases. In: Nelson PE, Toussoun TA, Cook RJ, editors. *Fusarium: disease, biology, and taxonomy* / G. M. Armstrong, J. K.
2. Afordoanyi D. M. et al. Are formae speciales pathogens really host specific? A broadened host specificity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* // *Brazilian Journal of Microbiology*. – 2022. – С. 1-15.
3. Van Dam P. The Distribution of Miniature Impala Elements and SIX Genes in the *Fusarium* Genus is Suggestive of Horizontal Gene Transfer / van Dam P. and Rep M. // *J Mol Evol* - 2017. - V.85 - №1-2 - P.14-25.

DOI: 10.17581/paf2023.09

**Влияние витаминно-минерального комплекса на биометрические показатели княженики арктической *in vitro***

**Кульчицкий А.Н.<sup>1</sup>, Макаров С.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

*5060637@mail.ru, makarov\_serg44@mail.ru*

В последние годы как среди исследователей, так и садоводов-любителей возрос интерес к культуре княженики арктической (*Rubus arcticus* L.), в связи с ее ценностью, богатым набором витаминов, хорошими вкусовыми качествами ягод и устойчивостью растений к болезням. Основным способ размножения княженики – вегетативный (зелеными черенками и корневыми отрезками) имеют низкий коэффициент размножения и не позволяют получать оздоровленный посадочный материал. Решить данную проблему возможно с использованием метода клонального микроразмножения, позволяющего получать в течение года десятки тысяч оздоровленных растений из одного экспланта.

Для клонального микроразмножения княженики арктической в качестве первичного экспланта использовали микрочеренки, изолированные с заранее размноженных растений княженики сортов Anna и Sofia *in vitro*, которые культивировали на питательной среде, содержащей 1/2 минеральных солей по прописи Мурасига и Скуга (MS). В качестве гормонов в питательную среду добавляли 6-бензиламинопурин (6-БАП) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л и адаптоген эпин 0,1 мг/л. Растения культивировали в условиях световой комнаты, где поддерживалась температура +25°C, 16-часовом фотопериоде и интенсивности освещения белыми люминесцентными лампами 3,5 тыс. лк.

На этапе «собственно микроразмножение» выявлено существенное влияние добавления в питательную среду MS цитокинина 6-БАП и незначительное – эпина. Но без витаминного комплекса приводит к снижению коэффициента размножения по отношению к варианту с витаминами. На питательной среде без витаминов учитываемый показатель оказался в 2 раза ниже по сравнению с более богатой витаминной средой. В условиях присутствия витаминного комплекса формирование побегов было более интенсивным: количество микропобегов на одно пробирочное растение княженики на безгормональной среде (контроль) составляло в среднем 1,2 шт., а добавление в питательную среду цитокинина 6-БАП в концентрации 0,5 и 1,0 мг/л способствовало увеличению количества микропобегов соответственно в 2,4 и 4,2 раза.

При добавлении в питательную среду эпина в концентрации 0,1 мг/л отмечено незначительное увеличение (в 1,1 раза) количества побегов. Наибольшее количество побегов (в среднем 5,0 шт.) наблюдалось в варианте с цитокинина 6-БАП 1,0 мг/л и эпином 0,1 мг/л. Суммарная длина побегов княженики существенно различалась в зависимости от добавления цитокинина 6-БАП и эпина. На безгормональной среде она составила в среднем 2,65 см, а в вариантах с 6-БАП 0,5 и 1,0 мг/л – соответственно в 2,2 и 1,1 раза больше. Добавление эпина способствовало значительному увеличению суммарной длины побегов, которая составила в среднем 4,7 см, тогда как без эпина – в 1,6 раза меньше. Использование витаминно-минерального комплекса способствует усовершенствованию технологии клонального микроразмножения княженики арктической.



DOI: 10.17581/paf2023.10

## **Экологически безопасные способы использования отходов от производства гуминовых регуляторов роста**

**Машкин И.А.<sup>1</sup>, Макеенко А.А.<sup>2</sup>, Никодова Т.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск, Беларусь

<sup>2</sup>ГНУ «Институт Природопользования НАН Беларуси», Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка, Минск, Беларусь

*ivan.mashkin.1993@gmail.com*

Известно, что регуляторы роста, содержащие в качестве действующего вещества гуминовые кислоты, оказывают положительное действие на физиолого-биохимические процессы в растительном организме, являясь при этом полностью экологически безопасными [1, 2]. Согласно имеющимся данным уже в 2019 г. мировой рынок гуминовых препаратов составлял не менее 980 млн. долл., а уже к 2025 году достигнет 1,38 млрд. долл., весомая доля которого приходится на Российскую Федерацию, что обусловлено наличием большого числа месторождений торфа и леонардита [3]. Однако во всем мире до сих пор не решен вопрос рационального использования отходов от производства гуминовых регуляторов роста, образующиеся при отделении целевого продукта. Данная проблема требует особого внимания, так как отходы обладают схожим с самими препаратами составом и свойствами [4].

В работе исследовано влияние отходов от производства регулятора роста «Оксигумат» (60-80 г/л действующего вещества), получаемого путем химической деструкции торфа, на рост семян и сеянцев сосны обыкновенной. Оценивались как морфобиометрические показатели, так и действие обработок на фотосинтез и болезнеустойчивость растений с помощью спектрофотометрических и кондуктометрических методов [2].

По результатам исследования видно, что наиболее эффективным оказалось замачивание семян на 24 часа в воде с добавлением отходов (4 мл/л), так как при данном способе обработки существенно повышались энергия прорастания (до 11%) и всхожесть (до 10%) посевного материала по отношению к контролю. Сеянцы с открытой и закрытой корневой системой, выращенные из обработанных семян, также отличались большей интенсивностью роста, главным образом увеличивалась длина надземной части (до 15%). На физиолого-биохимическом уровне отмечено возрастание концентрации пигментов фотосинтеза в вытяжке из свежей хвои, в особенности хлорофиллов (до 36 %), на фоне этого повышалась целостность цитоплазматических мембран клеток растений (до 70%).

Список литературы:

1. Безуглова О. С. [и др.] Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия ОГАУ. 2016. 4. С. 11–14.
2. Вольнец А. П. [и др.] Эндогенные фиторегуляторы роста: свойства, физиологическое действие и практическое использование. Минск, 2019. 233 с.
3. Григорьева Е. О гуминовых препаратах // International agricultural journal. 2020. 5. С. 43–58.
4. Лиштван И. И. Исследование состава органической и минеральной частей твердых отходов от производства гуминовых препаратов // Природопользование. 2021. 1. С. 187–197.

DOI: 10.17581/paf2023.11

## **К изучению особенностей углекислотного экстракта золотарника канадского**

**Мирошкина С.А., Черепанов И.С.**

Удмуртский Государственный Университет, Ижевск, Россия

*liner-2002@mail.ru*

Золотарник канадский травянистое многолетнее растение, завезен в Россию из Северной Америки как декоративное растение. На территории РФ стал инвазивным видом. В Удмуртской республике золотарник является фитоценоотрансформером [1] – изменяет видовой состав фитоценозов, вытесняет местные виды растений, приводит к нарушению процессов в локальной экосистеме. *Solidago canadensis* хорошо растет на любом типе почв Удмуртии. Растения рода золотарник выделяют в почву аллелопатические вещества, замедляя или даже подавляя рост соседствующих растений.

Золотарник канадский может нанести вред сельскому хозяйству и природным экосистемам, поэтому становятся важными вопросы изучения и борьбы с ним.

Помимо того, что золотарник является инвазивным видом, он содержит ценные биологические вещества, что определило интерес к данному объекту.

Использование золотарника канадского в качестве сырья позволяет бороться с его разрастанием и получать вещества, которые могут стать основой фитопрепаратов.

Выделение этих веществ мы отработывали на установке докритической CO<sub>2</sub> экстракции. Проводилась углекислотная экстракция и последующая экстракция шрота 67% этанолом. Результаты исследовали методами ИК- спектрометрии.

По анализу экспериментальных данных удалось установить, что функционально-групповой состав исследованных CO<sub>2</sub>-экстрактов характеризуется наличием алифатических С-С/С-Н-групп, карбонильных, карбоксильных и сложноэфирных групп. Двойных углеродных связей различной конфигурации и характера сопряжения [2]. Фракционный состав в основном содержит липидные, терпеновые и пигментные фракции, компонентный состав включает сложные эфиры первичных и вторичных спиртов, в том числе глицериды, С=С-функционализированные пигменты, монотерпены и терпеноиды. Функционально-групповой состав этанольных вытяжек представлен ОН, С=О и СООН(СООR)-группами с ароматической составляющей структуры. Компонентный состав представлен сапонидами, флавоноидами и их гликозидами, а также пигментами ряда хлорофиллов.

Список литературы:

1. Баранова О.Г. Инвазионные растения во флоре Удмуртской Республики. Ботанические исследования [Электронный ресурс]: Вестник Удмуртского Университета / О.Г. Баранова, Е.Н. Бралгина. - 2015. - Т. 25. - вып. 2. – С. 1-3. - Режим доступа: <http://www.bookblack.ru/article/1.htm>
2. Черепанов И.С. Изучение влияния D-глюкозы на процессы деструкции L-аскорбиновой кислоты в водно-этанольных средах / И.С. Черепанов, Э.Ш. Мухдарова // Вестник МГТУ. – 2022. – 3. – С. 248–258.

DOI: 10.17581/paf2023.12

**Эндемики Дальнего Востока в коллекции живых растений *in vitro* Ботанического сада-института ДВО РАН**

**Пьянова А.С., Сабуцкий Ю.Е., Бердасова К.С., Лончакова Т.Е.**

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*berdasova\_as@mail.ru*

Эндемичные виды растений являются уникальными представителями флоры определенного региона. Такие виды, как правило, мало устойчивы к различным неблагоприятным условиям окружающей среды и антропогенному воздействию. Несмотря на различные стратегии поддержания редких и эндемичных видов, на сегодняшний день проблема сохранения таких видов остаётся актуальной. Одним из инструментов могут служить технологии микрклонального размножения. Цель биотехнологических приёмов состоит не в том, чтобы заменить традиционные методы сохранения, а в том, чтобы дополнить их и усовершенствовать.

Коллекция живых растений *in vitro* Ботанического сада-института ДВО РАН включает семь эндемичных видов Дальнего Востока, большинство из которых включены в Красные книги как государственного, так и регионального уровня.

*Leontopodium palibinianum* Beauverd (Asteraceae) – уязвимый вид. Включён в Красную книгу Приморского края [2].

*Barnardia japonica* (*Scilla scilloides*) (Thunb.) Schult. et Schult. Fil. (Asparagaceae) – на грани исчезновения. Вид включён в Красные книги Приморского края [2] и Российской Федерации [3].

*Lonicera tolmachevii* Pojark. (Caprifoliaceae) – уязвимый вид. Включён в Красную книгу Сахалинской области [4] и Красную книгу Российской Федерации [2].

*Iris mandshurica* Maxim. (Iridaceae) – рекомендован для включения в готовящиеся издания Красной книги Приморского края и Красной книги России.

*Iris vorobievii* N.S. Pavlova (Iridaceae) – угрожаемый. Включён в Красную книгу Приморского края [2] и Красную книгу Российской Федерации [2].

*Oxytropis chankaensis* Jurtz. (Fabaceae) – уязвимый вид. Включён в Красную книгу Приморского края [2].

*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl. (Fabaceae) – уязвимый вид. Включён в Красные книги Приморского края [2] и Амурской области [1].

Депонирование микрклонов в культурах *in vitro* позволяет не только сохранять генетическое разнообразие, но обеспечивает безопасный для природных популяций обмен растительным материалом.

Исследование проведено на базе уникальной научной установки «Коллекция живых растений *in vitro* Ботанического сада-института ДВО РАН» (реестровый номер регистрации на сайте <http://skp-rg.ru> – 347296) по теме государственного задания «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии». Регистрационный номер: 122040800086-1.

Список литературы:

1. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2020. 502 с.
2. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. 688 с.
3. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. 855 с.
4. Красная книга Сахалинской области: Растения и грибы. Кемерово: ООО «Технопринт», 2019. 354 с.

DOI: 10.17581/paf2023.13

**Изучение липолитически активных штаммов азотфиксирующих бактерий и оценка их фитостимулирующих свойств**

**Родионов Е.М., Бошляков Г.С., Гришина Е.В., Пайбердин А.О., Пак Д.В., Петрова А.М., Юрина И.А.**

МИРЭА - Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*gorinich.04@mail.ru*

В ходе работы из образцов почвы Ботанического сада РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева были получены чистые культуры азотфиксирующих липолитически активных бактерий. Изучены их макро- и микроморфологические свойства и подобраны оптимальные концентрации твин-80. Культуры на агаре представляли собой бесцветные слизистые колонии, клетки - граммотрицательные неспорообразующие бациллы.

Почва образцов - суглинистая, без карбонатов со слабокислым рН. Так как из каждого из образцов почвы удалось выделить липолитически активные азотфиксирующие микроорганизмы, это говорит о том, что их в дальнейшем можно искать на преимущественно суглинистых почвах.

Оценка липолитической активности показала, что наибольшей активностью обладают штаммы, ассоциированные с *Q. robur*, *F. carica*, *Fabaceae* spp., что делает их перспективными продуцентами липаз в биотехнологическом производстве [1].

Была оптимизирована плотная питательная среда для культивирования выделенных чистых культур с помощью добавления к ней отвара бобовых, что может быть использовано в дальнейшем производстве при подготовке инокулята культуры перед культивированием в биореакторе.

Обнаружено, что культуры, ассоциированные с *S. ausciparia*, *Fabaceae* spp. вступают в антагонистические отношения с фитопатогенной бактерией *P. chlororaphis*, все культуры накапливают сидерофоры - родственники азотобактерина в ответ на антигены *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *P. chlororaphis*. Регистрация спектров флуоресценции происходила при длине волны 490 нм на анализаторе жидкости Флюорат-02-Панорама (спектрофлуориметр). По результатам спектрофлуориметрии были получены спектры испускания данных образцов, на которых наблюдался пик при длине волны 350 нм, что соответствует литературным данным по азотобактерину. Данные штаммы являются перспективными агентами биоконтроля с/х культур. [3]

Были выполнены опыты, направленные на изучение агрономического потенциала микроорганизмов в качестве удобрений. Введение суспензий микроорганизмов в почву привело к улучшению роста семян парижского корншопа по сравнению с ростом семян в почве с добавлением Азотовита®.

С помощью метода масс-спектрометрии с высокой достоверностью было определено, что два исследуемых штамма относятся к *A. radiobacter*. Используя данные штаммы, возможно разработать новые, устойчивые к внешним факторам, с/х культуры. [2]

Список литературы:

1. Липаза: свойства, источники, способы получения, применение. Демченко Ю.А./ Научно-информационный журнал НИИ комплексных проблем АГУ "Наука: комплексные проблемы" – выпуск 2 (12), декабрь 2018, с.15Li, H.,
2. Li, K., Guo, Y. et al. A transient transformation system for gene characterization in upland cotton (*Gossypium hirsutum*). *Plant Methods* 14, 50 (2018)
3. Sumbul A. et al. *Azotobacter*: A potential bio-fertilizer for soil and plant health management //Saudi journal of biological sciences. – 2020 – Т. 27 – №12

DOI: 10.17581/paf2023.14

**Антимикотическое действие экстракта *Lathyrus vernus* subsp. *Vernus* в отношении биоплёнок дрожжеподобных грибов рода *Candida*.**

**Сачивкина Н.П.**

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

*sachivkina@yandex.ru*

Поиск новых средств для борьбы с возбудителями болезней продолжается, и растительные экстракты заслуживают внимания как перспективные средства борьбы с биопленками микроорганизмов. Они могут действовать, не разрушая микробные клетки, как это делают антибиотики, а избирательно изменяя их поведение, что достигается в первую очередь за счет взаимодействия с системой кворума. Этого бывает вполне достаточно для полного выздоровления без осложнений, поскольку не происходит хронизации инфекции из-за накопления клеток возбудителя в биопленках. Известно, что дрожжеподобные грибы рода *Candida* являются важной причиной многих грибковых инфекций человека и животных. Помимо *Candida albicans* в последние годы многие инфекции вызываются не-*albicans* видами, такими как *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii* и др [1]. Основные противогрибковые агенты относятся к трем разным классам, включая азолы, полиены и эхинокандины. Однако во всем мире наблюдается увеличение резистентности данных микроорганизмов ко всем трем категориям лекарств. Поэтому возникает острая необходимость в поиске других альтернативных средств с противогрибковой активностью. Многие экстракты трав и соединения из природных источников проявляют превосходную противогрибковую активность. Например, полученный нами экстракт, содержащий терпеноиды, в том числе и Фарнезол, из воздушно-высушенных побегов Чины весенней *Lathyrus vernus* subsp. *Vernus* в соотношении сырье:экстрагент - 1:10, с использованием в качестве экстрагента водно-спиртового раствора с концентрацией этанола 70-95% путем экстрагирования с обратным холодильником в течение 30 минут. Мы проводили линию опытов по биопленкообразованию с использованием 96-луночного стерильного полистиролового планшета, в лунки которого вносили исследуемые культуры: *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, и инкубировали 72 часа при 37°C. После культивирования лунки планшета трижды промывали фосфатным буфером и сушили в течение 15 минут. В каждую лунку добавляли 1% раствор кристаллического фиолетового. Затем снова промывали, сушили и добавляли по 150 мкл 96% этанола. Через 15 минут регистрировали результат на микропланшетном спектрофотометре при длине волны 492 нм [2, 3]. Было обнаружено, что фитоэкстракты подавляли рост биопленок разных видов кандид в среднем на 73%. Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых антигрибковых препаратов, не вызывающих устойчивости, что позволит в перспективе применять эти препараты в качестве альтернативы традиционным антимикотикам или как дополнение к ним. Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Список литературы:

1. Sachivkina N. et al. Morphological characteristics of *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida guilliermondii*, and *Candida glabrata* biofilms, and response to farnesol // *Veterinary World*. 2021. 14(6). P.1608-1614.
2. Sachivkina N. et al. Effects of farnesol and lyticase on the formation of *Candida albicans* biofilm // *Veterinary World*. 2020. 13(6). P.1030-1036.
3. Ramasubbu K. et al. Green Synthesis of copper oxide nanoparticles using *Sesbania grandiflora* leaf extract and their evaluation of anti-diabetic, cytotoxic, anti-microbial, and anti-inflammatory properties in an in-vitro approach // *Fermentation*. 2023. 9. P. 332-349.

## ГЕОБОТАНИКА И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.17581/paf2023.15

### Оценка состояния древостоя вдоль реки Рудная Приморского края

Белова С.С., Голубев Д.А., Колобанов К.А., Гула К.Е.

Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Хабаровск, Россия

*poet.golubev@mail.ru*

Постоянно возрастающее техногенное загрязнение окружающей среды является одним из основных факторов, которое определяет экологическую обстановку и состояние всего живого. Одним из самых важных и наглядных элементов экосистемы является растительность, которая изменяется под действием различных факторов внешней среды и обеспечивает жизнедеятельность других биотических компонентов [1].

Дальнегорский район находится в Приморском крае на побережье Японского моря. Развитие горнорудной промышленности проходит более 120 лет. Главная водная артерия района – река Рудная – подвергается влиянию трех горнопромышленных техногенных систем. Это Краснореченская техногенная система, включающая олово-сульфидное месторождение, карьер и два хвостохранилища Краснореченской обогатительной фабрики (КОФ), Центральная, состоящая из нескольких полиметаллических месторождений, карьеров и двух хвостохранилищ, а также третья – Бор, сформированная месторождениями бора, их карьерами и двумя хвостохранилищами. Хвостохранилища занимают более 3 тыс. м<sup>2</sup>, здесь накоплено порядка 100 млн тонн отходаобогащения четырех горно-обогатительных фабрик [2].

В хвостохранилищах накоплены значительные количества элементов, относящихся, согласно СанПиН 1.2.3685-21, к первому, второму и третьему классам опасности. Они оказывают негативное влияние на близлежащие территории и на всю прибрежно-морскую зону, вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ р. Рудной и воздушными потоками.

Грунтовые и поверхностные воды вблизи хвостохранилищ способствуют интенсивному выносу практически всех элементов из хвостохранилищ. В результате моделирования слияния вод р. Рудной с дренажными водами «старого» хвостохранилища КОФ установлено, что вода реки становится более кислой (рН = 6,78) [4] и содержит такие соединения тяжелых металлов как: Mn, Pb и As, превышающие ПДК в 3, 1,5 и 1,2 раза соответственно. Помимо водного объекта, негативное влияние также оказывается на почвы. Вокруг горного предприятия формируются почвенно-геохимические аномалии с избыточным содержанием соединений следующих тяжелых металлов: Cr, Zn, Mn, As, Co, Sb, Cu, Hg и Pb, что приводит к накоплению токсичных химических элементов в корнях, коре и листьях деревьев. Особенно высокое содержание соединений тяжелых металлов обнаружено в хвое и ветвях ели аянской, превышающее данные фоновых участков 46-50 раз [3]. Данные лесотаксационной характеристики древостоев, расположенных вдоль русла р. Рудной, показывают, что:

- На лесных землях до п. Краснореченский угнетенные древостои составляют 19 %, а погибшие – 8;
- На землях вблизи техногенных объектов угнетенные древостои составляют 12 %, погибшие – 15%.
- В месте впадения р. Рудная в Японское море угнетенные древостои составляют 22 %, погибшие деревья отсутствуют.

Таким образом, можно отметить, что количество погибших деревьев в результате загрязнения почв и поверхностных вод увеличивается на 7 процентов. Корреляционной

зависимости между угнетенными древесными породами и содержанием соединений тяжелых металлов на обследуемой территории не наблюдается.

Список литературы:

1. Елисеева И.С. Оценка состояния соснового древостоя в зоне хозяйственной деятельности алмазодобывающей / И.С. Елисеева // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых учёных высшей школы естественных наук и технологий САФУ. – 2022. – С. 36-41.
2. Зверева В.П. Влияние техногенных вод на реку Рудную Дальневосточного региона / В.П. Зверева, К.Р. Фролов, А.И. Лысенко // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. № 10. – С. 49-58.
3. Оценка влияния техногенной системы на окружающую среду и ее охрана в бассейне реки Рудная. / Л.Т. Крупская. – М. – 2021. – 387 с.
4. Тарасенко И.А. Экологические последствия минералого-геохимических преобразований хвостов обогащения Sn-Ag-Pb-Zn руд: Приморье, Дальнегорский район. – Владивосток, 1998. – 218 с.

DOI: 10.17581/paf2023.16

**Функциональные признаки листьев важны для формирования субальпийских растительных сообществ.**

**Гулов Д.М.**

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*davut.gulov.96@mail.ru*

Функциональные признаки (ФП) растений важны для отбора видов в состав растительных сообществ. Сравнение средних значений ФП у растений внутри сообщества со случайными выборками позволяет оценить значимость признака для формирования состава сообществ. Сравнение средних и средневзвешенных значений ФП позволяет нам оценить их роль в доминировании в обществе. Мы определяли ФП листьев (площадь, масса, удельная поверхность листьев – SLA, содержание сухого вещества – LDMC) для сообществ двух типов (субальпийские болота и высокотравье) в Тебердинском национальном парке (КЧР).

В субальпийский высокотравье и болоте мы случайным образом отобрали 9-12 зрелых неповрежденных листьев для каждого вида. Листья взвешивали в водонасыщенном состоянии, затем сканировали для определения площади, и высушивали для оценки сухой массы листа. На основании данных по сухой и влажной массе листа и его площади рассчитывали вклад CSR (конкурентности – стресс-толерантности – рудеральности) стратегий Ф.Грайма по методике С.Пиерса. Удельную площадь листа (SLA) рассчитывали путем деления площади на сухую массу листа.

Многие ФП листьев и стратегии растений значимо различаются на болотах и в высокотравье от таковых для случайного набора видов из местной высокогорной флоры. Виды растений высокотравных сообществ, имеют большие размеры листьев, большую SLA и меньшее LDMC, а также больший вклад С и меньший S и R стратегий. Средневзвешенные значения ФП для этого сообщества выше для массы и площади листьев, ниже для SLA, выше для LDMC, здесь выше вклад С и меньше R стратегий. Растения субальпийских болот по сравнению со случайным набором видов имеют меньшие размеры листьев, меньшую SLA и большую LDMC, больший вклад стресс-толерантности (S) и меньший вклад С и R стратегий. Средневзвешенные величины ФП растений болот по сравнению с другими видами были ниже для SLA и выше для LDMC, болотные растения показали больший вклад S и меньший R стратегий. ФП растений субальпийских болот и высокотравья существенно различаются, что может быть связано с контрастным режимом увлажнения.



DOI: 10.17581/paf2023.17

**Оценка уязвимости чернопихтово-широколиственных лесов: подход Международного союза охраны природы**

**Дзизюрова В.Д.<sup>1,2</sup>, Дудов С.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*dzizyurova.vd@mail.ru*

Смешанные хвойно-широколиственные леса с доминированием в древостое пихты черной *Abies holophylla* Maxim., сосны кедровой корейской, *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc. и комплекса широколиственных видов – наиболее флористически богатые лесные экосистемы умеренного климата [3]. Их ареал включает юг Приморского края России, северо-восточный Китай и Корею, однако сейчас малонарушенные чернопихтово-широколиственные леса (чернопихтарники) сохранились лишь в границах особо охраняемых природных территорий [3].

Современные масштабы преобразования естественных сообществ человеком привели к необходимости сохранения природных процессов и связей через сохранение экосистемного разнообразия. Международный союз охраны природы (МСОП) предложил пять количественных критериев оценки редкости и уязвимости экосистем [2], универсальных для всех природных зон. На их основе предлагаются категории охраны, тождественные широко используемым на видовом уровне. Оценка по каждому критерию – отдельная мультидисциплинарная задача: критерии охватывают проблемы сокращения ареала (критерий А), текущего географического распространения (В), деградации абиотических условий (С) и биотических взаимодействий (D), вероятности разрушения экосистемы (E).

Для оценки географического распространения чернопихтарников (критерий В), сокращения распространения естественных лесов во времени (критерий А) и уровня фрагментации лесного покрова (критерий D) в ходе данной работы была решена задача построения актуальной карты растительности на основе автоматизированного дешифрирования с обучением снимков среднего разрешения (используя массив данных Landsat ARD [4]).

Результат картографирования подтверждает литературные данные о распространении чернопихтарников Дальнего Востока: они приурочены к нижним и средним поясам гор, распространение скоррелировано с областью проникновения морских туманов, ареал приурочен к побережью Японского моря [1]. Карта ляжет в основу оценки уязвимости чернопихтово-широколиственных лесов с точки зрения подхода МСОП.

Работа выполнена при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ им. М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды», полевые работы поддержаны грантом РФФИ № 22-24-00098.

Список литературы:

1. Васильев Н.Г., Колесников Б.П. Чернопихтово-широколиственные леса южного Приморья. Изд-во АН СССР, 1962, 149 с.
2. Keith D.A et al. Scientific foundations for an IUCN Red List of Ecosystems // PLOS one. 2013. 8(5), e62111.
3. Krestov P.V. et al. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia // Phytocoenologia. 2006 36(1), 77–150.
4. Potapov P. et al. Landsat analysis ready data for global land cover and land cover change mapping // Remote Sensing. 2020. 12(3), 426.

DOI: 10.17581/paf2023.18

## О работе над Атласом флоры России

Дудов С.В., Серегин А.П.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*serg.dudov@gmail.com*

В последнее десятилетие мы наблюдаем стремительный рост объема доступных для исследователей данных о биоразнообразии, в частности – о географическом распространении растений. Полностью или частично оцифрованы крупные гербарии страны: Московского университета, Центрально-Сибирского ботанического сада, Ботанического сада-института ДВО РАН и др. Большой интерес у любителей природы и научной общественности нашел проект-зонтик «Флора России» на платформе INaturalist. Очевидная научная задача – переход от накопления и оцифровке данных к их научной обработке и анализу.

В 2022-м году мы собрали компилятивный датасет FLORUS по распространению сосудистых растений на территории России. В него вошли все данные, ранее опубликованные в GBIF, а также ранее не публиковавшиеся фитоценотеки и оцифрованные литературные источники, любезно предоставленные коллегами. Мы привели всю таксономию к Catalogue of Life, автоматически исключили ошибочные и недостоверные данные. После чистки датасет включает 4.9 млн. записей. Предварительно пометив все культурные растения, мы выбрали 8724 вида, в диком виде произрастающие в России и представленные минимум в 2-х квадратах сетки 100\*100 км. Для всех этих видов мы построили карты ареалов и приступили к их экспертной обработке. Протокол проверки карт включает поиск ошибок геопривязки, проблем таксономической идентификации, отделения диких популяций от произрастания в культуре, отделение нативного и чужеродного ареалов. Все выявленные ошибки исправляются в базе данных, после чего мы обновляем карты. Все карты ареалов растений опубликованы в открытом доступе на портале Цифрового гербария МГУ.

Чистый массив данных позволяет подойти к решению задачи по разработке новой карты флористического районирования России. Мы привязали весь массив к квадратам 100\*100 км, исключили все недоизученные квадраты на основе карты видового богатства Л.И. Малышева и подготовили два карты районирования. Первая построена путем привязки всего массива данных к глобальной филогении сосудистых растений [2] и расчета метрики филогенетических расстояний [1], она включает шесть фитохорионов. Вторая основана на флористическом сходстве квадратов и включает 26 районов. Полученные карты можно рассматривать как два иерархических уровня районирования, где первый соответствует флористическим областям, а второй — флористическим районам России.

Список литературы:

1. Daru, B. et al. phyloregion: R package for biogeographical regionalization and macroecology. *Methods in Ecology and Evolution*. 2020. 11(11). P. 1483-1491.
2. Jin Y., Qian, H. V.PhyloMaker2: An updated and enlarged R package that can generate very large phylogenies for vascular plants. *Plant Diversity*. 2022. 44(4). P. 335-339.

DOI: 10.17581/paf2023.19

## Функциональное разнообразие высокогорных фитоценозов Северо-Западного Кавказа

Дудова К.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*k.v.dudova@yandex.ru*

В рамках функционального подхода возможно решение ряда научных и научно-практических задач экологии растений [1]. Например, выявления необходимого уровня интенсивности выпаса для сохранения луговых экосистем [2]; прогнозирования изменения состояния экосистем под влиянием глобальных климатических изменений и ряда других [4]. Одним из таких направлений исследований является изучение механизмов формирования фитоценозов [3].

Целью настоящего исследования была оценка функционального разнообразия, вклада конкурентных процессов и влияния абиотических факторов в формирование видового состава фитоценозов, а также оценка значимости выбранных признаков для формирования высокогорных растительных сообществ.

Исследования проводили на территории ФГБУ «Тебердинский национальный парк» в 8 типах растительных сообществ: альпийские лишайниковые пустоши, пестроовсянничиные луга, гераниево-копеечниковые луга, альпийские ковры, пестрокостровые луга, вейниковые луга, высокотравные луга, болота. В рамках проекта сформирована база данных для 420 видов сосудистых растений по следующим признакам: вегетативная высота растений, масса обводненного и сухого листьев, площадь листа. По данным показателям были рассчитаны: содержание воды в листе, удельная листовая поверхность, процентный вклад каждой из экологических стратегий по Грайму. Для всех типов фитоценозов были проведены изменения биомассы на 100 площадках 0,25x0,25 м<sup>2</sup>. Рассчитаны индексы: FRic (функциональное богатство), FDiv (функциональная дивергенция), FDis (функциональная дисперсия), FEve (функциональная выравненность). Сгенерированы нулевые модели для каждого типа сообществ с рандомизацией значений функциональных признаков. Расчеты индексов и статистическую обработку проводили в среде R (основные пакеты: «FD», «basic», «ggplot2», «dplyr», «tidyverse»).

Показали, что все изученные признаки являются значимыми для формирования высокогорных фитоценозов и в большинстве случаев их распределение в фитоценозах отлично от случайного. Индексы функционального разнообразия по большинству признаков значимо ниже, чем ожидается для случайных сообществ. FRic, в среднем, выше для альпийских фитоценозов, нежели для субальпийских. Наименьшие показатели индекса, а значит и устойчивость сообществ выявлены для пестрокостровых, вейниковых и высокотравных лугов. Значения FEve позволяют предположить примерно одинаковый уровень нарушений в сообществах. FDis, в среднем, выше для луговых фитоценозов и ниже для низкопродуктивных альпийских пустошей и альпийских ковров, что позволяет предположить большую значимость влияния абиотических факторов для формирования этих фитоценозов, в то время как в луговых экосистемах важную роль играют конкурентные процессы.

Исследование поддержано РФФИ № 19-14-00038-П

Список литературы:

1. Garnier E. et al. Plant functional diversity: organism traits, community structure, and ecosystem properties. Oxford University Press, 2016. 316 p.
2. Komac B. et al. Functional diversity and grazing intensity in sub-alpine and alpine grasslands in Andorra // Applied Vegetation Science. 2015. 18(1). P. 75–85.
3. Mouchet M. A. et al. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules // Functional Ecology. 2010. 24(4). P. 867–876.
4. Palacio F. X. et al. A protocol for reproducible functional diversity analyses // Ecography. 2022. 2022(11). P. 2–15.

DOI: 10.17581/paf2023.20

**Структура сосновых древостоев центральной части Кольского полуострова  
Евдокимов А.С.**

Российский государственный педагогический университет им А. И. Герцена, Санкт-Петербург,  
Россия  
*evdokimov89@gmail.com*

Вследствие активной хозяйственной деятельности почти на всем протяжении XX века наиболее заселенные и промышленно развитые территории Мурманской области (центральная и восточная часть) сформированы средневозрастными лесами [3]. Наряду с влиянием рубок, ландшафты сильно преобразуются в результате сопутствующих лесных пожаров [1, 2]. Как итог, средний возраст древостоев (и, соответственно, сообществ в целом) составляет около 100 лет. Целью данной работы является анализ размерной структуры древостоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных типах средневозрастных сосновых лесов

Исследование выполнено на 32 пробных площадях различной типологической принадлежности центральной части Мурманской области, заложенных в период с 2015 по 2019 гг [4].

Анализ параметров распределений древостоев в изученных сосняках показал, что в исследованных сосновых лесах средний диаметр древостоя составляет от 5,5 до 9,5 см при давности пожара 40–55 лет до 14–17 см при давности пожара 80–95 лет.

Проведенный дисперсионный анализ показал, что средний возраст древостоев в сообществах разной типологической принадлежности достоверно не различается и составляет  $66 \pm 3$  года. Следовательно, при дальнейшем анализе изученные древостои можно объединять в одну группу.

Установлено, что диапазон диаметров деревьев сосны обыкновенной в изученных сообществах имеет достоверную связь с возрастом, густотой и суммой площадей сечений древостоя.

Результат дисперсионного анализа зависимости диапазона диаметров от возраста показал, наличие трех достоверно различающихся возрастных групп древостоев: возрастом менее 50 лет (диапазон диаметров составляет в среднем  $7,7 \pm 0,5$  см), от 50 до 70 лет (диапазон диаметров –  $12,1 \pm 0,6$  см) и более 70 лет (диапазон диаметров –  $17,5 \pm 2,0$  см);

Оценка зависимости диапазона диаметров от густоты древостоя выявила наличие двух групп: древостои с густотой более 1600 экз/га (диапазон диаметров составляет в среднем 6,0 см) и менее 1600 экз/га (диапазон диаметров – 22,0 см).

По величине суммы площадей сечений древостоя выделяются две группы: с полнотой менее или равной  $13 \text{ м}^2$  (диапазон диаметров составляет в среднем  $11,0 \pm 0,8$  см) и более  $13 \text{ м}^2$  (диапазон диаметров –  $15,0 \pm 1,0$  см).

Выводы. Проведенное исследование показало наличие связи диапазона диаметров стволов сосны обыкновенной с таксационными характеристиками изученных древостоев: возрастом, густотой, суммой площадей сечений. Величина диапазона диаметров имеет наиболее высокий коэффициент корреляции с возрастом древостоя ( $r = 0,80$ ) древостоя и более низкий с его густотой ( $r = 0,58$ ) и полнотой ( $r = 0,53$ ).

Список литературы:

1. Баккал И. Ю., Горшков В. В., Ставрова Н. И. Динамика восстановления главных компонентов бореальных сосновых лесов после пожаров // Динамика лесных экосистем / Под ред. В. С. Ипатова. СПб., 2001. С. 39-48.
2. Горшков В. В., Ставрова Н. И. Возрастная структура популяций *Pinus sylvestris* L. в северотаежных сосновых лесах с различной давностью пожара // Раст. ресурсы. 2002. Т. 38, вып. 1. С. 3-24.
3. Ставрова Н. И., Горшков В. В., Катютин П. Н. Возрастная и пространственная структура ценопопуляций *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в условиях северной тайги (Кольский п-ов) // Раст. ресурсы. 2012. Т. 48, вып. 1. С. 16-34.
4. Ярмишко В. Т., Игнатьева О. В., Евдокимов А. С. Некоторые аспекты мониторинга сосновых лесов в экстремальных условиях Кольского Севера // Самарский научный вестник. 2019. – Т. 8. – №. 2 (27). – С. 81-86.

DOI: 10.17581/paf2023.77

**Оценка поражения лесов Арктической зоны Красноярского края с помощью вероятностно-графической модели**

**Ефремова И.С., Мучкина Е.Я., Тасейко О.В.**

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

*efremovais00@mail.ru*

Экономическое развитие Российской Федерации во многом обусловлено разнообразием природных ресурсов. В последние годы упор делается на малонарушенные экосистемы крайнего севера как источник такого ценного природного ресурса как лес [1]. Однако активное ведение промышленной деятельности наряду с экстремальными природно-климатическими условиями способно изменить биологическое разнообразие Арктической зоны Красноярского края вследствие поражения лесных массивов. Арктическая зона Красноярского края включает в себя земли лесного фонда Борского, Таймырского и Туруханского лесничеств.

В качестве базовых индикаторов для оценки нарушения устойчивости лесов Красноярского края выбраны семь неблагоприятных факторов различного происхождения [2]. В Арктической зоне идентифицированы следующие явления: пожары, болезни леса, антропогенное воздействие, непатогенные факторы.

Проблема воздействия болезней леса и непатогенных факторов связана с выборочным воздействием на определенную породу древесины. Это значительно усложняет расчет вероятности события классическими способом. Решением проблемы может быть использование вероятностно-графической модели на основе методологии Байесовских сетей. Основная идея построения графической модели заключается в использовании понятия модульности, то есть разложения сложной системы на простые элементы. Для объединения отдельных элементов в систему используются результаты оценки вероятностей, которые обеспечивают состоятельность модели в целом.

По результатам проведенных исследований установлено, что лесные экосистемы Арктической зоны Красноярского края подвержены воздействию природных стрессоров гораздо меньше по сравнению с северными регионами края [3]. Наблюдается значительное увеличение вклада промышленных выбросов на состояние древесных культур в таймырском лесничестве.

Основной причиной гибели насаждений в Арктической зоне Красноярского края являются лесные пожары – 82% случаев. Остальные показатели распределили между собой непатогенные факторы 13,9 %, антропогенное воздействие 3,8 % и болезни леса 0,3%.

Список литературы:

1. "Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу" (утв. Президентом РФ 18.09.2008) – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_119442/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119442/)
2. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Красноярского края за 2019 год и прогноз на 2020 год: Филиал ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Красноярского края» - г. Красноярск. 2019. - 355 с.
3. Efremova I. et al. Assessment of the impact of biotic factors on the sustainability of forest ecosystems // E3S Web of Conferences. 2023 P.417 – URL: [https://www.researchgate.net/publication/373295818\\_Assessment\\_of\\_the\\_impact\\_of\\_biotic\\_factors\\_on\\_the\\_sustainability\\_of\\_forest\\_ecosystems/](https://www.researchgate.net/publication/373295818_Assessment_of_the_impact_of_biotic_factors_on_the_sustainability_of_forest_ecosystems/)

DOI: 10.17581/paf2023.21

## **Первые стадии зарастания окон в поле древостоя в чернопихтово-кедрово-широколиственных лесах**

**Замуруева В.В., Петренко Т.Я.**

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*vizula02@mail.ru*

Воздействие различных эндогенных факторов на лесные фитоценозы способствует формированию пространственно-мозаичной структуры и является естественной и неизменной составляющей динамики лесных сообществ. Частичный распад полога древостоя и образования в нем окон способствуют формированию разновозрастных и полидоминантных лесных сообществ [1]. Чернопихтово-кедрово-широколиственные леса являются коренными и наиболее сложными по пространственной структуре лесами в Приморском крае и на всем Дальнем Востоке [2]. Формирование небольших по площади естественных вывалов, состоящих из одного-двух деревьев, является одной из основных причин формирования сложной пространственной структуры кедрово-широколиственных сообществ. Окна, образующиеся на местах подобных вывалов, создают условия, необходимые для возобновления различных древесных видов. Изучение процесса возобновления этих видов позволит иметь более широкое представление о формировании сложных пространственных структур чернопихтово-кедрово-широколиственных лесов. В связи с этим цель данной работы – исследовать первые стадии зарастания окон в чернопихтово-кедрово-широколиственных лесах на юге Приморского края.

По результатам проделанной работы мы можем сделать следующие выводы:

Все окна мелкомасштабные, по площади не превышают 185 м<sup>2</sup>. Окна образованы деревьями в количестве от 1 до 5. Среди валежа наблюдаются как сломанные деревья, так и деревья с образованием ветровально-почвенного комплекса (ВПК).

Всего нами было обнаружено 2304 особей, относящихся к 28 видам в составе возобновления. В сравнении с древостоем не было отмечено: березы плосколистной, липы маньчжурской (*Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim.) и тиса остроконечного (*Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim.).

Самыми многочисленными видами в составе возобновления являются 2 вида – сирень амурская и ясень маньчжурский (40 и 34% от всех особей соответственно). Среди остальных видов наиболее часто встречаются – клен моно, маакия амурская, клен бородчатый, дуб монгольский, липа амурская, граб сердцелистный. Среди хвойных встречены 3 вида – кедр корейский, пихта цельнолистная и пихта белокорая, их доля не превышает 3%. Для всех видов наблюдается сильное изреживание с увеличением высоты

Основными лимитирующими факторами, влияющими на возобновление, оказались среди абиотических: положение относительно центра окна, которое влияет на освещенность и микрорельеф местности, определяющий количество свободного субстрата. Среди биотических: конкуренция подроста за субстрат и свет, затенение травянистыми растениями, кустарниками и лианами, а также повреждение подроста травоядными животными (скусывание). Корреляции между размерами окна и количеством видов или отдельных особей, найденных в нем не обнаружено.

Работа поддержана грантом РФФ № 22-24-00098.

Список литературы:

1. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность: в 2 кн. / Отв. ред. О. В. Смирнова. – М. : Наука. - 2004. – 479 с.
2. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока / Б.П. Колесников // Тр. ДВФ СО АН СССР. Сер. ботан.- 1956.- №2, т. 4.- 262 с.

DOI: 10.17581/paf2023.22

## Инокуляция листьев сои суспензией спор грибов *Diaporthe eres*

Каботов Е.Э., Шумилова Л.П.

Амурский филиал ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск, Россия

*zalu.96@mail.ru*

В настоящее время в России недостаточно исследований о вирулентности и потенциальном участии в развитии болезней сои представителей *Diaporthe*, в частности, *D. eres* Nitschke.

*Diaporthe eres* не является подтвержденным патогенным для сои, однако существуют работы, в которых комплекс *D. eres* находят на семенах сои, выделенные изоляты различаются по агрессивности и провоцируют гниение семян [1, 3]. Цель исследований – определить патогенность *Diaporthe eres* в отношении сои методом искусственной инокуляции листьев суспензией спор.

Использовали два штамма грибов рода *D. eres* из различных генотипических кластеров, изоляты ранее были идентифицированы до вида молекулярными методами [2]. Растения сои сортов Сентябринка и Китросса выращивали в вегетационном домике (АФ БСИ ДВО РАН) в 2022 г. Листья отбирали на стадии R-1 – начало цветения, раскладывали на стерильные чашки Петри с увлажненной фильтровальной бумагой и ватой. В качестве инокулюма использовали суспензию спор грибов, полученную смывом конидий с поверхности 6-недельных грибных колоний, выращенных на среде Чапека. Аликвота инокулюма составляла 50 мкл, концентрация спор ~  $1,7 \times 10^6$  КОЕ/мл. Инокулюм наносили на абаксиальную и адаксиальную стороны листьев. Всего было заражено 65 листьев сои. Для контрольного варианта в качестве инокулюма использовали стерильную воду. Для повторного выделения патогена использовали среду Чапека.

В период сбора листьев визуально на растениях симптомов, характерных для поражения грибами рода *Diaporthe*, отмечено не было. После инокулирования на 10 сутки на листьях были отмечены некротические образования. Размеры некрозов соответствовали форме и диаметру нанесенной капли со спорами и в среднем составляли 0,5 мм. Листья контрольного варианта оставались без изменений и сохраняли свой первоначальный зеленый цвет.

Через 7-10 дней на питательной среде из некрозов в 60 % случаев были выделены грибы рода *Diaporthe*. Такой высокий процент выделения патогена свидетельствует о явном присутствии спор в некротической ткани, что подтверждает возможность использования сои в качестве питательного субстрата. В 10 % случаев *D. eres* был выделен с участков листовой пластины без некроза, существенных различий от стороны листа для инокулирования, не отмечено. Это подтверждает потенциальную возможность развития патогена внутри листьев сои. Все случаи выделения *Diaporthe* были отмечены на листьях сои сорта Сентябринка, что говорит о большей устойчивости сорта Китросса к *D. eres*. Помимо *D. eres*, в видовом составе микофлоры листьев были выделены представители *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Epicoccum* sp. и *Fusarium* sp., характерные для микобиоты листьев сои.

Таким образом, *Diaporthe eres* является потенциальным патогеном для сои, который может активно распространяться естественным путем с помощью капельной влаги. Однако грибок проявляет низкую агрессивность.

Список литературы:

1. Hosseini B. et al. Analysis of the species spectrum of the *Diaporthe/Phomopsis* complex in European soybean seeds // Mycol. Progress. 2020. Vol. 19. P. 455–469. DOI:10.1007/s11557-020-01570-y.
2. Nekrasov E.V. et al. Diversity of Endophytic Fungi in Annual Shoots of *Prunus mandshurica* (*Rosaceae*) in the South of Amur Region, Russia // Diversity. 2022. № 14. P. 1124. DOI: 10.3390/d14121124.
3. Petrović K. et al. First Report of *Diaporthe eres* Species Complex Causing Seed Decay of Soybean in Serbia // Plant Disease. 2015. Vol. 99, № 8. Doi:10.1094/PDIS-01-15-0056-PDN.

DOI: 10.17581/paf2023.78

**Палинология малых озёр Дарвинского заповедника (Молого-шекснинская низменность, озеро Мотыкино)**

**Камыгина А.В.<sup>1,2</sup>, Ершова Е.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия

*camygina@yandex.ru*

Молого-Шекснинская низменность (МШН) – важный регион для исследования последней стадии позднеледникового периода. Наибольший интерес представляют отложения приледниковых водоёмов, образовавшиеся в результате таяния ледникового щита [2]. Однако хронология изменений растительного покрова в центральной части МШН в период между окончанием последнего оледенения и началом голоцена мало изучена [1]. Озеро Мотыкино расположено на севере Восточно-Европейской равнины на высоте 104 м н.у.м. (Вологодская обл., Дарвинский заповедник). Оно относится к малым реликтовым озёрам, сохранившимся после дегляциации покровного оледенения [2], площадь составляет 0,023 км<sup>2</sup>, а средняя глубина – 3 м.

Керны были извлечены полуцилиндрическим буром (диаметр 5 см, длина 1 м) со льда. Общая мощность вскрытых отложений – 241 см. Получены две радиоуглеродные датировки (5 см – 400 л.н.; 80 см – 5500 л.н.). Для спорово-пыльцевого анализа были взяты образцы через каждые 10 см. По предварительным палеопалинологическим данным прослеживается 5 палинозон.

1 зона (241-190 см) – тундро-степное сообщество с преобладанием травянистых растений: злаки, полынь, вересковые кустарнички и маревые. Присутствует характерная для последнего периода позднеледниковья ель.

2 зона (190-120 см) – светлый берёзовый лес. Возрастает количество пыльцы берёзы, появляется небольшое количество сосны и лещины и исчезает ель. Доля трав сокращается. Присутствует пыльца кувшинки, что свидетельствует о наличии вблизи открытого водоёма.

3 зона (120-80 см) – широколиственный лес. Снижается доля берёзы и степных трав, более явными становятся луговые таксоны. Возрастает количество пыльцы вяза, дуба, лещины, липы и особенно ольхи; пыльцы хвойных очень мало. Появление спор сфагнома указывает на начало заболачивания.

4 зона (80-10 см) – хвойно-широколиственный лес. Появляется клён, снижается доля берёзы и увеличивается количество злаков, полыни, ели и сосны. Рост числа спор сфагнома свидетельствует о дальнейшем заболачивании.

5 зона (10-0 см) характеризуется увеличением доли берёзы, сосны и трав, постепенным исчезновением широколиственных пород и ели, что может указывать на начало вырубки коренных лесов. Количество спор сфагнома продолжает расти.

**Список литературы**

1. Сапелко Т.В., Садоков Д.О. Палинология озёр Молого-Шекснинской низменности. // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XV Всероссийской палинологической конференции. Под ред. Н. С. Болиховской. М: ГЕОС, 2022. С. 316-320.

2. Sadokov D.O., Sapelko T.V., Fedorov G.B. Late-Glacial and Early Holocene history of Lake Khotavets (Mologa-Sheksna Lowland, NW Russia): a geodiversity conservation case study // Limnology and Freshwater Biology. 2022, 4. P. 1562-1564.



DOI: 10.17581/paf2023.23

## **Изменение функциональных признаков листьев лесных растений в различных условиях произрастания**

**Карпов М.В.**

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия

*mihail.karpov.1997@mail.ru*

Удельная площадь листьев (SLA) и содержание хлорофилла (Chl) относятся к наиболее физиологически значимым признакам растений, что обуславливает интерес к их изучению. Целью данной работы было рассмотреть внутривидовую и межвидовую изменчивость удельной площади листа и содержания хлорофилла и взаимосвязь этих признаков у сосудистых растений травянисто-кустарничкового яруса лесных сообществ.

Исследование проводилось на территории ООПТ (Раифский участок ВКГПБЗ), участкового лесничества (Айшинское) и природного парка «Лебяжье», г. Казань. Всего было заложено 16 пробных площадок площадью 400 м<sup>2</sup> на территории участков леса, относящихся к зеленомошным и сфагновым соснякам, хвойно-широколиственным лесам и широколиственным лесам.

Измерение содержания хлорофилла производилось с помощью хлорофиллометра Konica Minolta SPAD-502 plus. Пересчёт значений SPAD в единицы удельного содержания хлорофилла осуществлялся при помощи уравнения:  $Chl \text{ (мкг/см}^2\text{)} = (99 * SPAD) / (144 - SPAD)$  [1].

Всего было исследовано 36 травянистых и кустарничковых видов.

По результатам исследования было выявлено:

1. Средневзвешенные по сообществу значения SLA и Chl составляют 353.2 см<sup>2</sup>/г и 25 мкг/см<sup>2</sup> соответственно в широколиственных лесах, 417.9 см<sup>2</sup>/г и 28.8 мкг/см<sup>2</sup> в хвойно-широколиственных лесах, 232.8 см<sup>2</sup>/г и 24.4 мкг/см<sup>2</sup> в зеленомошных сосняках и 81.7 см<sup>2</sup>/г и 53.7 мкг/см<sup>2</sup> в сфагновых сосняках.

2. Анализ на основе шкал Цыганова показывает, что SLA возрастает при уменьшении освещенности, увеличении влажности и азотного богатства почв.

3. При оценке связи между средними для видов значениями показателями SLA и Chl была выявлена статистически значимая обратная корреляция (-0.55). Для растений одного вида в пределах одного местообитания в 58% процентах случаев наблюдается умеренная обратная корреляция Chl и SLA (от -0.2 до -0.5), в 27% случаев корреляция не выражена (от -0.2 до 0.2). При анализе взаимосвязи значений SLA и Chl растений одного вида с различных площадок исследования отмечается как положительная (для брусники (0.22), ландыша (0.33), сныти (0.59)), так и отрицательная (для черники (-0.27) и пролесника (-0.61)) корреляция.

4. Эдификаторные растения, типичные как для хвойных, так и для широколиственных лесов, в экотонных смешанных типах леса имеют в 1.5-2.5 раза значимо более высокие значения SLA: пролесник многолетний (370.9 см<sup>2</sup>/г и 688.6 см<sup>2</sup>/г), копытень (284.2 см<sup>2</sup>/г и 448.7 см<sup>2</sup>/г), черника (222.3 см<sup>2</sup>/г и 610.8 см<sup>2</sup>/г), костяника (429.5 см<sup>2</sup>/г и 639.8 см<sup>2</sup>/г), ландыш (245.1 см<sup>2</sup>/г и 383.4 см<sup>2</sup>/г).

5. Для большинства видов внутривидовая вариация SLA больше, чем значений Chl, (0.41±4 и 0.18±3 соответственно). Это вместе с более предсказуемой реакцией SLA на изменения условий среды может свидетельствовать о том, что адаптация листа к различным условиям среды в значительной мере осуществляется за счёт изменения его плотности.

Список литературы:

1. Cerovic, Z. G., Masdoumier, G., Ghozlen, N. B., & Latouche, G. (2012). A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. *Physiologia plantarum*, 146(3), 251–260. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01639.x>

DOI: 10.17581/paf2023.24

## Важна ли растениям микориза для колонизации вулканических субстратов?

Котлярова Е.В.<sup>1,2</sup>, Кораблёв А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*cataphyll@list.ru*

Многие исследователи отмечали важнейшую роль микориз в существовании растений в первичных местообитаниях [2, 3, 4, 5 и др.]. Однако данных о том, является ли наличие арбускулярной микоризы и степень её развития фактором, определяющим успех колонизации вулканических субстратов, до настоящего времени получено крайне мало, а для вулканогенных экосистем Камчатки их нет вовсе. Изучение этих аспектов на примере наиболее часто встречающихся видов растений в окрестностях вулканического плато Толбачинский Дол стало целью нашей работы.

В июле 2022 года в окрестностях плато были исследованы три типа местообитаний с экосистемами разного возраста и степени нарушенности: наиболее абиотически нестабильные шлаковые поля, образовавшиеся в 1975–76 гг.; лавовый поток Клешня, появившийся около 1100 лет назад; сообщества тундр, на протяжении тысяч лет не испытывавшие серьезных нарушений. В изученных местообитаниях были собраны образцы тонких корневых окончаний 16-ти факультативно микоризных видов. Фиксация и исследование проводились по стандартной методике [1].

Для растений всех трех типов местообитаний выявлена неравномерная колонизация корневой системы микобионтами. Пионерные виды преимущественно безмикоризны и имеют ряд компенсаторных механизмов для существования без микобионта. На росте и жизнеспособности пионерных видов, факультативно образующих микоризу, её наличие и степень развития на ранних этапах сукцессии значимо не сказывались, однако имели значение для видов более поздних этапов сукцессии.

Среднее значение интенсивности микоризной инфекции различалось между местообитаниями на порядки, однако в целом по сравнению с данными, приведенными для других мировых сообществ, низкое для всех трех местообитаний. Для растений со шлаковых полей характерны наименьшие значения этого параметра —  $0,7 \pm 0,6$  % (среднее значение  $\pm$  SEM). На лавовом потоке они возрастают до  $7,2 \pm 2,4$  %. Однако тест Манна-Уитни не показал значимых отличий между интенсивностью микоризации корней растений на шлаковых полях и лавовом потоке, на данном этапе развития растительности значение этого фактора все еще не так велико. В сформированных сообществах тундр все исследованные виды образовывали арбускулярную микоризу и интенсивность колонизации их корней микобионтом в среднем составляла  $29,8 \pm 4,1$  %.

У видов, корни которых были отобраны в разных местообитаниях, не выявлено единой закономерности по степени развития микоризы. Интенсивность микоризации различается у разных видов и связана как с абиотическими условиями среды, так и со стратегией вида в сообществе.

Исследование показало, что образование микоризы не является фактором, определяющим успех колонизации вулканических субстратов Толбачинского Дола, но имеет значение для успешного существования видов поздних сукцессионных стадий в сформированных тундровых сообществах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00650.

Список литературы:

1. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. Москва, 1981. 232 с.
2. Allen M.F. Re-establishment of VA mycorrhizas following severe disturbance: comparative patch dynamics of a shrub desert and a subalpine volcano // Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences. 1988. 94. P. 63-71.
3. Muñoz G. et al. Plants colonizing volcanic deposits: root adaptations and effects on rhizosphere microorganisms // Plant and Soil. 2021. 461. P. 265–279.
4. Titus J. H. et al. The distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizae on Mount St. Helens, Washington // Madrono. 1998. P. 162–170.
5. Tsuyuzaki S., Hase A. Plant community dynamics on the volcano Mount Koma, northern Japan, after the 1996 eruption // Folia Geobotanica. 2005. 40(4). P. 319–330.

DOI: 10.17581/paf2023.25

## Оценка потенциала рапса как сидерата в условиях повышенных температур

Курынцева П.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*polinazwerewa@yandex.ru*

Изменение климата затрагивает все области жизни человека, в том числе и сельское хозяйство. На долю агроэкосистем приходится более трети пахотных земель в мире. При этом доля сельского хозяйства в общем объеме выбросов парниковых газов составляет 10-14%. Парниковые газы в сельском хозяйстве образуются, главным образом, в результате кишечной ферментации ( $\text{CH}_4$ ), от применения синтетических удобрений ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и от обработки почвы ( $\text{CO}_2$ ). В сельском хозяйстве разработаны и могут быть широко внедрены приемы, позволяющие улавливать диоксид углерода из атмосферы, снизить углеродный след продукции и, как следствие, негативные последствия изменения климата. Одним из таких подходов является использование сидератов. Выращивание сидератов способствует снижению развития сорной растительности, соответственно, уменьшается количество обработок поля гербицидами, накоплению макроэлементов в почве за счет биомассы растений, увеличению разнообразия почвенного микробиома за счет выделения корневых эксудатов, а также выращивание сидератов благоприятно влияет на гранулометрический состав почвы за счет структурирования почвы корневой системой. Все вышеперечисленное приводит к увеличению урожайности последующих культур и снижению их углеродного следа. В данной работе оценивали потенциал улавливания парникового газа  $\text{CO}_2$  в разных температурных режимах (20, 25 и 30°C) растениями - сидератами, которые могут быть применены в условиях Поволжья. В качестве растений были выбраны рапс яровой, фацелия, гречиха, горох, донник белый. Оценка эффективности улавливания  $\text{CO}_2$  растениями – сидератами проводили на основании данных прироста корней, побегов и биомассы, содержания углерода в биомассе растений, содержания хлорофилла и фотосинтетической активности листьев, кроме того оценивалось влияние растений и повышенных температур на эмиссию  $\text{CO}_2$  из почвы на основании данных респираторной активности. Увеличение температуры, ожидаемо, приводит к увеличению эмиссии  $\text{CO}_2$  из почвы, однако больший вклад в эмиссию  $\text{CO}_2$  вносит фаза развития растения. Растения, выращиваемые при температуре 30°C, характеризовались снижением растительной биомассы по сравнению с таковыми, выращиваемыми при 20 и 25 °C. Показано, что наиболее эффективно выращивать рапс яровой с точки зрения улавливания  $\text{CO}_2$  при всех выбранных температурных режимах (баланс С составил 729- 2056 кг/га) и горох посевной при температуре 20°C (баланс С составил 1047 кг/га).

DOI: 10.17581/paf2023.26

**Предварительные данные об изменении численности культуры *Chlorella vulgaris* Beijer. в зависимости от времени добавления фосфора**

**Лазарева А.М., Ипатова В.И.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

lazanna1998@mail.ru

Эффекты потенциальных токсикантов зависят от различных внешних факторов, в том числе и от времени суток в момент добавки токсиканта. Ранее нами было показано, что добавление  $K_2Cr_2O_7$  в культуры *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella vulgaris* вечером вызывает более слабый токсический эффект, чем при добавлении утром, что, возможно, связано с повышенной чувствительностью к токсиканту молодых клеток, появляющихся в результате деления клеток культуры в ночное время [1].

Действие фосфора на культуру *Chlorella vulgaris* Beijer. в зависимости от времени его добавки в культуру изучали в присутствии 100, 500 и 1000 мг P/л. Дополнительно учитывали факторы влияния температуры и освещения, потому опыты проводили как в люминостате (20°C, освещение 12:12 ч), так и в многокуветном культиваторе КВМ-05 (36°C, освещение 24 ч). Оптимальная температура для *C. vulgaris*:  $36,0 \pm 0,5^\circ C$ .

Эксперименты проводили в двух вариантах, отличающихся лишь временем добавления токсиканта: в 8:00 (момент включения света в люминостате) и в 20:00 (выключение света в люминостате). Численность клеток культуры определяли с помощью фотоэлектрокалориметра ИПС-03 по оптической плотности (длина волны – 560 нм), а величину эффективности фотосинтеза Fv/Fm вычисляли по индукционной кривой, регистрируемой на флуориметре Мега-25.

Показано, что время добавления фосфора значительно влияло на темпы роста культуры. В люминостате, при лимитировании по параметру температуры и коротком световом периоде, разница при утренних и вечерних добавках выражена сильнее, чем в культиваторе, в котором *C. vulgaris* находилась в оптимальных условиях.

В люминостате, в условиях стресса, более высокие темпы роста наблюдали при добавлении фосфора в культуры в утреннее время.

В культиваторе, в оптимальных условиях, максимальное отклонение от контроля в сторону стимуляции численности наблюдали при вечерних добавках. Одновременно с этим, величина эффективности фотосинтеза при вечерних добавках была ближе к уровню контроля.

Можно сделать вывод о зависимости роста численности *C. vulgaris* от времени добавления в культуру фосфора.

Работа выполнена в рамках Государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова (тема № 121032300131-9) при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

Список литературы:

1. Лазарева А.М., Ипатова В.И. Время суток как биологически важный фактор при проведении биотестирования // Экологические системы и приборы. 2022. 4. С. 3–12.

DOI: 10.17581/paf2023.27

## **Особенности возобновления дуба черешчатого на территории Орехово-Зуевского лесничества Московской области**

**Мамаева Р.А., Захаров В.П.**

ГКУ МО «Мособллес», Московская область, Россия

*kozyr94regina@yandex.ru*

Имеется множество свидетельств о значительной доли дуба и его спутников в составе лесов центральных областей России ещё в начале XVIII [1]. В настоящее время в естественных условиях он широко встречается в виде примеси в хвойных насаждениях и, по ряду данных [2–4], вместе с другими широколиственными породами имеет тенденцию к увеличению доли представленности в насаждениях.

В рамках изучения особенностей роста, состояния лесных культур дуба и естественного возобновления на территории Орехово-Зуевского лесничества Московской области нами определены участки для закладки пробных площадей на участках, характеризующих основные пути расширения участия данной породы в составе насаждений.

Естественное возобновление дуба рассмотрено на примере Абрамовского участкового лесничества (квартал 60). Древостой состава 7С1Е2Б+Д имеет возраст 50 лет.

В Куровском участковом лесничестве имеется опыт закладки лесных культур с участием дуба:

- в квартале 46 лесные культуры 2016 года площадью 2,5 га в 2022 году переведены в состав земель, на которых расположены леса. Состав насаждения на момент обследования 10С+Д+Б;

- в квартале 28 весной 2021 года на площади 5,8 га произведена посадка смешанных культур со схемой смешения пород С-С-С-Д общим количеством посадочных мест 4 тыс. шт/га.

Отмечено также распространение естественного возобновления дуба по участкам лесных культур сосны. Данное явление рассмотрено нами на нескольких участках в Губинском участковом лесничестве. Так, самосев дуба отмечен по междурядьям лесных культур сосны 2016 года создания и на местах погибших экземпляров главной породы. Доля дуба при этом составляет до 5 процентов от общего количества деревьев в насаждении.

Дальнейшие исследования по данному направлению будут включать детальную характеристику естественного и искусственного возобновления дуба черешчатого в различных лесорастительных условиях, определение взаимоотношения различных древесных пород и влияние на перспективы дуба хозяйственных мероприятий.

### Список литературы:

1. Григорьев А.Ю., Захаров В.П., Берлова О.А. Дубы России // Лесной бюллетень, 2000. № 16. С. 10-12.
2. Коротков С.А., Захаров В.П. Особенности естественного возобновления дуба на территории Орехово-Зуевского лесничества Московской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019 Т. 23 № 5 С. 22–29.
3. Коротков С.А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины. – М.: Доблесть эпох, 2023. – 168 с.
4. Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Гришенков В.А. Возобновление под пологом леса в национальном парке «Угра» // Лесохоз. информ.: электрон. сетевой журн. – 2018 – № 2 – С. 35–45.

DOI: 10.17581/paf2023.28

## Динамика ареалов темнохвойных видов на Дальнем Востоке в ответ на климатические изменения

Петренко Т.Я.

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*petrenkotya@gmail.com*

В условиях современного изменения климата для правильного планирования лесного хозяйства и эффективной охраны видов и сообществ важно понимать, как лесные экосистемы будут реагировать на эти изменения. В данном исследовании мы применили подход моделирования распространения видов (Species distribution models) для создания биоклиматических моделей 4 наиболее важных хвойных видов Северо-Восточной Азии: *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc., *Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière, *Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim. и *Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.

Исходные данные для моделирования - географические координаты мест произрастания видов и 5 наиболее значимых для распространения этих видов биоклиматических параметра: тепловой и холодной индексы Кира, индекс континентальности, сумма осадков в жидком и твердом виде. Значения климатических индексов были получены из базы данных WorldClim 1.4. Мы применили 2 климатические модели MIROC-ESM (Model for Interdisciplinary Research on Climate) и CCSM4 (Community Climate System Model). Для выявления взаимосвязей между распространением видов и климатическими переменными мы использовали метод Random Forest. Модели были получены на современность, максимум последнего оледенения (МПО), оптимум голоцена и на 2070 год согласно двум сценариям климатических изменений: оптимистичного - RCP2.6 и пессимистичного - RCP8.5.

Наибольшее влияние на распространение всех видов оказывает количество осадков в виде дождя. В период МПО благоприятные местообитания исследуемых видов не поднимались севернее 45° с.ш. Трансгрессия уровня мирового океана позволила гемибореальным лесам занимать большие площади. Бореальные леса, наоборот, имели меньшую площадь по сравнению с современной. Во время оптимума голоцена ареалы видов приняли очертания, близкие к современному.

К 2070 г. по сценарию RCP2.6 площади потенциальных местообитаний видов в целом будут увеличиваться. По сценарию RCP8.5 у одних видов прогнозируется расширение благоприятных мест обитания (*P. ajanensis* по CCSM4, *P. koraiensis* и *A. sachalinensis*), а у других - сокращение по сравнению с современным (*P. ajanensis* по MIROC-ESM и *A. nephrolepis*). Несмотря на то, что площади биоклиматического ареала будут в основном увеличиваться, этот факт нельзя расценивать как исключительно положительный. Учитывая фактическую скорость распространения видов, вероятнее всего изменения климата приведут к снижению площадей распространения. В таком случае, для реальной оценки распространения в будущем необходимо использовать площадь пересечения современных ареалов и прогнозируемых в будущем. На южных участках, где виды произрастают со времени МПО и обладают наибольшей генетической изменчивостью, благоприятные места останутся лишь в верхних высотах Маньчжуро-Корейских гор и южного Сихотэ-Алиня.

Работа поддержана грантом РФ №22-24-00098.

DOI: 10.17581/paf2023.29

**Локальная растительность долины реки Камчатка в голоцене: реконструкция на основе данных палинологии и тефрохронологии**

**Пименов В.Е., Ершова Е.Г.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*v-pimenov01@inbox.ru*

Полуостров Камчатка – это уникальная территория для проведения крупномасштабных междисциплинарных исследовательских проектов: вулканизм, расчлененность рельефа, климатические условия и низкая антропогенная нагрузка привели к формированию уникальных местообитаний и разнообразию растительного покрова. Не смотря на многочисленные реконструкции, изыскания и раскопки, на территории полуострова существует нехватка комплексных исследований, которые учитывали бы всю полноту палеоботанических, климатических, геологических и археологических данных. Цель исследования – реконструировать локальную растительность долины реки Камчатка в позднем плейстоцене и голоцене, связать полученные результаты с тефрохронологическими исследованиями.

Мы применили спорово-пыльцевой и педоантракологический анализ образцов почвы из четырех шурфов в границах археологических памятников в долине реки Камчатка. Для статистической обработки использовали метод главных компонент и кластерный анализ, для датирования наряду с тефрохронологией использовалось  $^{14}\text{C}$  AMS-датирование. Мы предполагаем, что частые извержения существенно повлияли на динамику изучаемых фитоценозов за последние 13 000 лет. Наши результаты ставят под сомнение существующее мнение [1], что в позднем плейстоцене (12730-11940 cal BP) в Центрально-Камчатской депрессии были распространены тундро-степные сообщества. Найдены угли березы и хвойных с признаками повторного обожжения. Вулканическая активность и локальные гидрологические условия определены как основные факторы, влияющие на формирование изучаемых фитоценозов. Поскольку образцы почвы отражают только локальные палиноспектры, в особенности велика роль обильно пылящих таксонов, произрастающих в непосредственной близости от места отбора проб, в будущем необходимо изучить субрецентные спектры в регионе для подтверждения высказанных предположений.

Работа дополняет немногочисленные предыдущие исследования о влиянии извержений на состав растительных сообществ, дальнейшее комплексное изучение растительности, климата и вулканизма представляет особый научный интерес.

Список литературы:

1. Ложкин, А.В., Слободин, С.Б., 2012. Ушковская стоянка – уникальный археологический памятник Севера Дальнего Востока. Вестник ДВО РАН 84–91.

DOI: 10.17581/paf2023.30

## Классификация лиственничных лесов хребта Тукурингра (Амурская область)

Рябенко О.И.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*ryabenko.oi@gmail.com*

Огромные территории нашей страны заняты таёжными лесами, и наибольшую долю среди них составляют лиственничные леса, характерные для Восточной сибирей и Дальнего Востока. Обширный ареал позволяет им занимать самые разнообразные местообитания и формировать широкий спектр сообществ. Далеко не всё это многообразие на данный момент описано, классификация разработана не для всех типов лиственничных лесов, и работа над систематизацией данных активно продолжается [1]. Одним из наиболее интересных регионов является зона контакта бореальных лиственничных лесов и геимбореальных чёрно-берёзовых и дубовых лесов Дальнего Востока. Здесь формируются сообщества амурской подтайги, в которых под пологом лиственницы доминируют виды неморального высокотравья [2, 3, 4]. Хребет Тукурингра расположен на границе их распространения. Хотя данные из этого региона использовались в обзорных публикациях [5], инвентаризации фитоценотического разнообразия лиственничных лесов для него не было проведено. На данный момент в литературе описано 36 различных ассоциаций лиственничных лесов, в которых лесобразующей породой является *Larix gmelinii* s.l., и ещё девять обозначены провизорно.

Цель работы — разработка классификационной схемы для лиственничных лесов и их дериватов, распространённых на территории хребта Тукурингра, а так же демонстрация их ботанико-географических особенностей.

Использованы 332 геоботанических описания, около половины из них относятся к ранее не описанным синтаксонам. Продромус содержит 11 ассоциаций, отнесённых к трём классам растительности — *Quercu mongolicae-Betuletea davuricae* Ermakov et Petelin in Ermakov 1997, *Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis* Br.-Bl. in Braun-Blanquet et al. 1939, *Vaccinieta uliginosi* Tx. 1955 — из них четыре ассоциации предложены провизорно. Результаты проделанной работы могут служить научной базой для последующих исследований и природоохранных мероприятий, а также расширяют современные представления о разнообразии лиственничных лесов, система классификации которых с использованием эколого флористического подхода в данный момент продолжает формироваться.

Список литературы:

1. Ермаков Н.Б. Классификация таёжных лиственничных лесов континентального сектора Северной Евразии (конспект синтаксонов). Сборник научных трудов ГНБС, 2019 Т. 14. С. 78-95.
2. Ильинская С.А., Брысова Л.П. Леса Зейского Приамурья. М.: Наука, 1965. 211 с.
3. Сочава В.Б. Зональные черты растительного покрова на пространстве от хр. Тукурингры до Амура. Ботан. журн. 1957. Т. 42. No 2. С. 195-210.
4. Сочава В.Б. Ботанико-географические соотношения в бассейне Амура // Амурская тайга (комплексные ботанические исследования). Л.: Наука, 1969. С. 5-15.
5. Krestov P.V., Ermakov N.B., Osipov S.V., Yukito Nakamura. Classification and Phytogeography of Larch Forests of Northeast Asia. Folia Geobot, 2009 44. P. 323-363



DOI: 10.17581/paf2023.31

**Тенденции структурного отклика коры и древесины берез по макропризнакам стволов в ландшафтах вулканических и морских побережий Дальнего Востока.**

**Тальских А.И., Копанина А.В., Власова И.И.**

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

*anastasiya\_talsk@mail.ru*

*Betula platyphylla* и *Betula ermanii* – одни из основных лесообразующих пород на Дальнем Востоке России, формируют чистые и смешанные леса [1]. Изучены популяции *B. platyphylla* и *B. ermanii* в условиях среднегорий, морских побережий, магматических и грязевых вулканов Сахалина, Курильских о-ов и п-ова Камчатка. В каждом местообитании с 15 деревьев измерены возраст и высота деревьев, макро- и микропризнаки коры и древесины стволов по сколам, кернам и спилам. Цель – изучение структурных особенностей коры и древесины, их ширины и скорости прироста, в стволах *B. platyphylla* и *B. ermanii* в различных экологических условиях.

Результаты исследования показали, что для берез под действием природного стресса характерно уменьшение диаметров стволов и увеличение их числа, уменьшение высоты с повреждениями и деформациями кроны, искривленными эксцентричными стволами, у *B. platyphylla* на стволах формируются структурные прикорневые аномалии – капы и сувели. Структурный отклик коры старовозрастных берез на усиление напряженности экологических факторов среды выражается в уменьшении её ширины и ежегодного прироста (в среднем в 1,5 раза). У *B. ermanii* существенные изменения проявляются в условиях кальдеры вулкана Ксудач, у *B. platyphylla* – в условиях Охотского морского побережья, годичный прирост коры уменьшается в 2 раза, по сравнению с нормой. В условиях газогидротермальных проявлений вулканов у *B. platyphylla* годичный прирост коры увеличивается до 2,7 раза по сравнению с нормой, что, вероятно, связано с молодым возрастом деревьев (10–20 лет). Годичный прирост древесины берез в условиях стресса имеет аналогичную тенденцию изменения, как и величина ежегодного прироста коры у старовозрастных особей. У *B. ermanii* наименьший годичный прирост древесины отмечен в условиях морского побережья о-ва Уруп (в 2 раза) по сравнению с нормой, у *B. platyphylla* – в условиях кальдеры влк. Головнина (в 2,4 раза). Сокращение приростов древесины приводит к изменению жизненной формы в стрессовых условиях. Анализ морфологических особенностей и показателей толщины коры берез из различных экологических условий выявил наличие структурных различий. Кора – комплекс тканей, требующий большого количества пластических веществ, реагирующий существенным изменением годичного прироста на экстремальные условия среды. Мы полагаем, что показатель толщины коры древесных растений и величина ее ежегодного прироста могут выступать в качестве функционального показателя (plant functional trait), характеризующего природные системы вулканических ландшафтов и других экосистем.

Список литературы:

1. Недолужко А.К, Скворцов А.К. Сем. Березовые. – *Betulaceae*. – Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб, 1996. Т. 8. С. 21–50.

DOI: 10.17581/paf2023.32

**Изменение жизненной стратегии *Dactylorhiza viridis* (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase в процессе онтогенеза**

**Хомутовский М.И.<sup>1,2</sup>, Ярош А.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Москва, Россия

*maks-BsB@yandex.ru*

К настоящему времени уже получено немало данных по функциональным стратегиям растений, которые позволяют сравнивать как отдельные виды, так и целые сообщества. Однако, в этих работах исследователи проводят анализ функциональных признаков только у особей, достигших генеративной стадии. Отсутствие данных по молодым особям не позволяют нам в полной мере оценить роль того или иного вида в сообществе. В 2016 г. группой ученых были собраны образцы листьев растений на юго-востоке Бразилии в двух типах растительности. Полученный материал позволил выявить сдвиги стратегий растений в процессе онтогенеза и подтвердить гипотезу о том, что молодые особи проявляют большую внутривидовую изменчивость стратегий, чем взрослые [2]. Наземные орхидеи имеют в основном смешанный тип стратегии [1], однако, не известно на сколько высока ее изменчивость в процессе онтогенеза. Целью наших исследований стало выявление сдвигов экологической стратегии у особей *Dactylorhiza viridis* (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase на разных стадиях своего развития.

Онтогенетическую изменчивость стратегий оценивали с помощью ряда количественных функциональных признаков. Анализ больших баз данных признаков показал, что небольшое число признаков листа (удельная площадь листа - SLA; содержание сухого вещества в листе – LDMC и площадь листа – LA) могут отразить основные направления функционирования растений [3,4]. Именно эти три показателя Пирс и соавт. [4] положили в основу при разработке инструмента калькулятора стратегий (StrateFy), обеспечивающего числовую оценку трех основных стратегий (конкуренция, C; стресс-толерант, S; рудерал, R) по теории Грайма.

Полученные значения показывают существенный вклад рудеральной стратегии (90,6%) на ювенильной стадии у изученного вида. По мере роста и развития особей увеличивается процент вклада конкурентной стратегии, который достигает своего максимума на генеративной стадии (в среднем 37,0%). Это объясняет увеличивающуюся численность группы ювенильных особей в популяциях на нарушенных участках кабаном. Быстрый рост на участках со сниженной конкуренцией увеличивает шансы выживания. По мере зарастания пороев кабанов появляются более конкурентоспособные виды (например, плотнодерновинные злаки). В большинстве случаев особи орхидей к этому моменту успевают нарастить массу, а также изменить стратегию. Если оценить сроки нахождения особей в разных онтогенетических стадиях, то наиболее длительным окажется генеративный. В данном состоянии особи могут сохраняться, переходя во вторичный покой в неблагоприятные периоды, в сообществе с видами-конкурентами. То есть, чем больше пластичность стратегии у орхидей, тем выше шансы выживания особей в популяции.

Таким образом, процентный вклад трех стратегий может варьировать не только внутри популяции и при изменении местообитания или точки ареала вида, но и в процессе их онтогенеза.

Сбор полевого материала выполнен при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 19-14-00038-П), а его обработка проведена в рамках госбюджетной НИР МГУ имени М.В. Ломоносова (№ 121032500089-1).

Список литературы

1. Хомутовский М.И. Экологические стратегии некоторых видов орхидей Крыма и Кавказа // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана: Сборник тезисов II

Всероссийской научно-практической школы-конференции (28 сентября – 02 октября 2020 года, пгт. Курортное, Феодосия, Республика Крым, РФ). Севастополь: ФГБНУ «Институт природно-технических систем». 2020. С. 269–271.

2. Dayrell R.L.C., Arruda A.J., Pierce S., Negreiros D., Meyer P.B., Lambers H., Silveira F.A.O. Ontogenetic shifts in plant ecological strategies // *Functional Ecology*. 2018. Vol. 32 (12). P. 2730–2741.

3. Pierce S., Brusa G., Vagge I., Cerabolini B.E.L. Allocating CSR plant functional types: The use of leaf economics and size traits to classify woody and herbaceous vascular plants // *Functional Ecology*. 2013. Vol. 27 (4). P. 1002–1010.

4. Pierce S., Negreiros D., Cerabolini B.E.L., Kattge J., Díaz S., Kleyer M., ... Tampucci D. A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world-wide // *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31 (2). P. 444–457.

DOI: 10.17581/paf2023.33

## Изменение растительного покрова под воздействием активности Южно-Сахалинского грязевого вулкана по спутниковым данным

Швидская К.А., Копанина А.В.

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

*kristina66689@mail.ru*

Южно-Сахалинский грязевой вулкан (ЮСГВ) – сравнительно крупная геологическая структура в южной части о-ва Сахалин. Растительность, окружающая современный эруптивный центр грязевого вулкана, подвержена трансформации в результате грифонной и периодической пароксизмальной деятельности вулкана. Цель исследования – оценка изменений растительного покрова после извержения ЮСГВ в 2020 г. при помощи вегетационных индексов. Объект исследования – эруптивный центр ЮСГВ и прилегающая территория общей площадью 2 км<sup>2</sup>. Вегетационные индексы NDVI и SAVI широко используются современными исследователями для оценки масштабов влияния грязевых и магматических вулканов на окружающую растительность и для изучения динамики восстановления растительного покрова [1]. Сведений о расчете NDVI и SAVI для территории ЮСГВ в литературе нет.

NDVI и SAVI рассчитаны нами по разносезонным мультиспектральным спутниковым снимкам (Sentinel-2), подобранным в разные сезоны: в начале вегетации (02.06.2018, 01.06.2020), в середине (25.06.2019, 12.07.2019, 04.07.2020, 06.07.2020) и перед окончанием, в период листопада (28.09.2019, 22.09.2020). Интерпретация значений NDVI осуществлена нами на основании результатов полевых работ 2018–2021 гг. Нами разработана шкала значений NDVI для исследуемой территории грязевого вулкана. Сопочной брекчии, по нашим данным, соответствуют значения NDVI от 0 до 0,15, разреженной травянистой растительности (группировки и сообщества *Triglochin palustre*) – 0,15–0,2, плотной травянистой растительности (сообщества *Phragmites australis*) – 0,2–0,4, травянистой растительности (сообщества *Phragmites australis* с разнотравьем) с участием кустарников и сеянцев деревьев – 0,4–0,55, разреженной или угнетенной лесной растительности – 0,55–0,65. Границы травянистой растительности уточнены по результатам расчета SAVI.

Результаты программного анализа космических снимков, данных вегетационных индексов и полевых обследований позволили построить карту-схему растительности, сформированной вследствие активности ЮСГВ (1:25 000) по состоянию на 2019 и 2020 гг., т.е. до и после извержения, а также рассчитать площади уничтоженной и поврежденной растительности вследствие произошедшего события. Площадь уничтоженной и поврежденной растительности составила  $\approx 62\,244\text{ м}^2$ , из которых  $9\,916\text{ м}^2$  – сообщество *Triglochin palustre* (уничтожено полностью),  $20\,255\text{ м}^2$  – сообщество *Phragmites australis* с участием разнотравья,  $15\,774\text{ м}^2$  – сообщество *Phragmites australis* с участием разнотравья и сеянцев деревьев и  $16\,299\text{ м}^2$  – лесная растительность.

Список литературы:

1. Beselly S.M. et al. Eleven Years of Mangrove-Mudflat Dynamics on the Mud Volcano-Induced Prograding Delta in East Java, Indonesia: Integrating UAV and Satellite Imagery // Remote Sens. 2021. 13(1084). P. 1–28.

## ИНТРОДУКЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ

DOI: 10.17581/paf2023.34

### Опыт интродукции боярышников в дендрологическом саду САФУ

Александрова Ю.В.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*yu.aleksandrova@narfu.ru*

Во многих ботанических садах и арборетумах собраны коллекции растений для изучения интродукционного потенциала и представляющих интерес для биологического разнообразия местной флоры. С 1934 года дендрологический сад имени И.М. Стратоновича ведет исследовательскую деятельность по интродукции древесных и кустарниковых растений в северные условия. Ввиду широкого спектра хозяйственного использования перспективными для интродукции являются представители рода *Crataegus* L. [1, 2, 4, 5, 6, 7].

За многолетний период исследований в дендрологическом саду испытано 67 видов (283 образца) рода боярышник из различных географических районов. Анализ архивных материалов показал, что у большей части полученных образцов отмечено отсутствие всходов; распространенной причиной гибели растений является вымерзание, которое может происходить как на ювенильном, так и на генеративном этапе развития. Некоторые образцы коллекции утрачены в результате механических повреждений в ходе строительных работ, а часть видов выпала по неизвестным причинам, поэтому сведений об их адаптации к северным условиям нет.

В настоящее время коллекцию боярышников дендрария составляют 43 экземпляра 15-и таксонов. Акклиматизация исследуемых растений происходит неодинаково. Изучение интродуцируемых видов на основе коллекции одного рода позволяет провести сравнительный анализ их особенностей в новых условиях произрастания и выделить наиболее перспективные виды и формы для более широкого хозяйственного использования в районе интродукции [1].

На основе интегральной оценки жизнеспособности интродуцированных растений в новых условиях существования, основанной на комплексе таких параметров как ежегодное вызревание побегов, зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразовательная способность, регулярность прироста побегов в высоту, генеративное развитие, способы размножения, определены наиболее перспективные для выращивания в северных условиях виды боярышников [3].

По результатам интегральной оценки 26,6 % наблюдаемых видов отнесено к группе вполне перспективных к интродукции. Наибольшее количество исследуемых видов – 60 % – относится к группе перспективные. Относящиеся к этим группам растения зимостойкие, ежегодно дают семенное потомство, сохраняют природную форму, однолетние побеги вызревают полностью. К группе менее перспективные отнесен один вид – *C. almaatensis* Pojark. – 6,7 %. В условиях Архангельска вид сохраняет жизненную форму, однако при генеративном развитии растение цветет, но формирует единичные плоды, не успевающие дозреть за вегетационный период. В группу малоперспективных интродуцентов входит *C. basilica* Beadle., который в условиях сада не цветет и не плодоносит, а также имеет сниженные баллы по ряду других жизненных показателей [1].

Таким образом, большинство видов, исследуемых в условиях дендрологического сада, являются перспективными для интродукции в северные условия и могут успешно использоваться в практике зеленого строительства населенных мест региона.

Список литературы:

1. Бабич Н.А., Александрова, Ю.В. Интродукция видов рода *Crataegus* L. в дендрологическом саду имени И.М. Стратонович. Архангельск, 2023. 160 с.

2. Карпачева, Т.В. Хозяйственно-биологическая оценка отборных форм и видов боярышника в условиях ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2003. 182 с.
3. Лапин, П.И., Сиднева С.В. Определение перспективности растений для интродукции по данным фенологии // Бюллетень ГБС, 1968. Вып. 69. С. 14-21.
4. Малаховец, П.М., Тисова В.А. Декоративные деревья и кустарники на Севере. Архангельск. Соломбальская типография, 2002. 127 с.
5. Малаховец, П.М. Опыт интродукции древесных растений в условиях Севера и его использование в зеленом строительстве. Материалы научно-практической конференции (семинара) «Озеленение городов и поселков Архангельской области». Архангельск. 1999. С. 12-18.
6. Малаховец, П.М., В.А. Тисова Рост и сезонное развитие деревьев и кустарников при интродукции в условиях Севера // Лесной журнал, 2000. №1. С. 34-39.
7. Мухаметова, С.В. Отбор и способы размножения представителей рода боярышник (*Crataegus* L.) в условиях Республики Марий Эл: дис. ... канд. с.-х. наук, Йошкар-Ола, 2017. 221 с.

DOI: 10.17581/paf2023.35

## **Анализ состава семян овощной сои с применением метода автофлуоресценции и тандемной масс-спектрометрии**

**Зинченко Ю.Н.<sup>1,2</sup>, Мульо Панолуиса Ф.Э.<sup>3</sup>, Кузнецова В.А.<sup>1</sup>, Разгонова М.П.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Дальневосточная опытная станция - филиал Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

<sup>3</sup>Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

*yu-zinch@yandex.ru*

Овощная соя является отличным источником растительного белка, содержит все незаменимые аминокислоты и высшие изофлавоны, а также сахарозу. Отличается низким уровнем ингибитора трипсина и более низкой плотностью клеток, что делает её более легкоусвояемой по сравнению с соей зернового направления использования, а также требует меньшего времени для кулинарного приготовления. Вегетационный период овощной сои короче зерновой, поскольку урожай собирают на незрелой стадии [6]. Овощная соя широко производится и потребляется в Восточной и Юго-Восточной Азии и играет важную роль в питании и сельском хозяйстве в этих регионах. Из-за высокой питательной ценности и отличных вкусовых качеств постепенно растёт интерес к выращиванию этой культуры и в других странах [2].

Данная работа посвящена изучению биохимического состава семян овощной сои сортов 'Звезда', 'Деликатес', 'Hidaka', 'Эквадор' урожая 2021 и 2022 гг. Образцы предоставлены Федеральным научным центром овощеводства (пос. ВНИИССОК, Одинцовский городской округ, Московская область). Для регистрации автофлуоресценции фенольных соединений применялся конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Carl Zeiss LSM 800. Идентификация веществ проводилась методом тандемной масс-спектрометрии с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа Shimadzu LC-20 Prominence HPLC в сочетании с ионной ловушкой Bruker Daltoniks amaZon SL.

Наблюдали три основных максимума автофлуоресценции: в синей (возбуждение 405 нм, эмиссия 400–475 нм), зеленой (возбуждение 488 нм, эмиссия 500–545 нм) и красной (возбуждение 488 нм, эмиссия 620–700 нм) областях спектра. Синяя флуоресценция у растений в основном обусловлена присутствием фенольных гидроксикоричных кислот [1], зеленая - присутствием флавинов и флавонолов и их производных [3]. Излучение в красном спектре связано с наличием в тканях антоцианов и антоцианидинов, а также хлорофилла [4].

В ходе флуоресцентного анализа значимых различий между образцами в зависимости от года урожая не выявлено, но есть сортовые отличия, связанные с окраской семян. Яркая красная флуоресценция наблюдалась в семенах сортов 'Деликатес' и 'Звезда', обладающих зелёной окраской семенной кожуры из-за сохранения в ней хлорофилла. Также небольшой сигнал в красной части спектра отмечен для сорта с бежевыми семенами 'Hidaka', что, вероятнее всего, связано с присутствием петунидина - наличие этого антоцианидина у сортов 'Hidaka' и 'Звезда' показала тандемная масс-спектрометрия. Бежевосемянный сорт 'Эквадор' выраженной красной флуоресценции не демонстрирует. Напротив, наиболее сильная синяя флуоресценция, а следовательно, и более высокое содержание гидроксикоричных кислот характерно для сорта 'Эквадор'. Уровень зелёной флуоресценции примерно сопоставим у всех образцов. В целом, максимум фенольных соединений локализуется во внешней части семян (семенной кожуре и

внешнем слое семядоли). Это может быть связано с защитной функцией фенолов от неблагоприятных условий среды [5].

Список литературы:

1. Lichtenthaler H.K. et al. Cell wall bound ferulic acid, the major substance of the blue-green fluorescence emission of plants // *J. Plant Physiol.* 1998. 152. P. 272–282.
2. Nair R.M. et al. Global Status of Vegetable Soybean // *Plants.* 2023. 12(3). P. 609.
3. Sudo E. et al. Visualization of flavonol distribution in the abaxial epidermis of onion scales via detection of its autofluorescence in the absence of chemical processes // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2009. 73. P. 2107–2109.
4. Talamond P. et al. Secondary metabolite localization by autofluorescence in living plant cells // *Molecules.* 2015. 20(3). P. 5024–5037.
5. Tsamo A.T. et al. Seed coat metabolite profiling of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) accessions from Ghana using UPLC-PDA-QTOF-MS and chemometrics // *Nat. Prod. Res.* 2020. 34. P. 1158–1162.
6. Zhang Q. et al. Vegetable soybean: Seed composition and production research // *Italian Journal of Agronomy.* 2017. 12. P. 872.



DOI: 10.17581/paf2023.36

**Динамика фенологических фаз *Magnolia sieboldii* в условиях изменяющегося климата**

**Каменева Л.А., Богачёв И.Г.**

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*indexseminum@yandex.ru*

*Magnolia sieboldii* К. Koch многоствольный листопадный кустарник до 5 м высотой. Естественный ареал вида располагается в трёх областях: на п-ове Корея до горы Пектусан на севере, недалеко от границы с Китаем [6,7] и в южной части Японского Архипелага, а так же в провинциях Аньхой, Гуанси и Сычуань в Китае [5].

Впервые, при создании коллекции в Ботаническом саду-институте ДВО РАН (БСИ ДВО РАН, г. Владивосток, Приморский край), *M. sieboldii* была получена семенами из ботанического сада г. Пхеньян (КНДР) в 1972 г. [2]. Климат района исследования формируется под влиянием холодного арктического воздуха в зимнее время, и тёплого влажного морского воздуха в летний период. Массы воздуха перемещаются зимой из глубин охлаждённого Азиатского материка в сторону океана, а летом с океана на материк. В западных районах климат континентальный, с холодной зимой и жарким летом. В восточных районах зима мягкая, с более высокими температурами, а летний период характеризуется большим количеством осадков и повышенной влажностью [3]. Режим выпадения атмосферных осадков в многолетнем, годовом, сезонном и даже месячном диапазонах крайне нестабилен.

С 1983 года на коллекционных участках БСИ ДВО РАН ведутся фенологические наблюдения за экземплярами *M. sieboldii*. Анализ многолетних данных позволил установить зависимость сроков начала вегетации и продолжительности фенологических фаз от меняющихся климатических параметров. Установлено, что продолжительность вегетационного периода с 1983 г. по 2020 г. увеличилась в среднем на 14 дней за счёт смещения начала вегетационного периода (фаза набухания почек) на более ранние даты. Время окончания вегетации за этот период существенно не изменилось. Наиболее сильные изменения отмечены для периода цветения. В 2017–2020 гг., по сравнению с периодом 1980-х гг., его начало отмечалось на 17–20 дней раньше, а его продолжительность увеличилась, с 30–40 дней до 80–88 дней [1]. Созревание плодов впервые отмечено в 1988 г., и к 2020 г. сместилось на более ранние сроки (на 10–15 дней). Таким образом, изменения климатических условий в годы наблюдений (повышение температуры в зимние месяцы, более ранний переход среднесуточных температур через 0 °С) способствовали преодолению репродуктивного барьера. И с 2015 г. появляется самосев *M. sieboldii* на территории сада, в том числе и в естественных экосистемах [4].

При использовании математических методов открываются новые возможности для прогнозирования дальнейшей интродукции магнолий. С учётом наиболее вероятного прогноза изменения климата возрастает потенциал дальнейшего распространения вида за пределы существующего ареала, в том числе и культурного ареала.

Список литературы:

1. Каменева Л.А., Кокшеева И.М., Творогов С.П., Богачёв И.Г. Фенологический ответ *Magnolia sieboldii* К. Koch. на климатические изменения // Бюл. МОИП. 2018. Т. 123. С. 57–64.
2. Петухова И.П. Магнолии в условиях юга российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2003. 100 с.
3. Туркения В.Г. Микроклимат муссонной зоны Дальнего Востока: Учебное пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. 96 с.
4. Bogachev, I.G., Tvorogov, S.P., Kameneva, L.A. Climatic Prerequisites for the Naturalization of *Magnolia sieboldii* L. in Russia. Russ J Biol Invasions. 2022. Vol. 13. P. 182–190.

5. Flora of China // ([http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=2&taxon\\_id=317301](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=317301)). Accessed on 17.05.2023.

6. Tang L., Li A., Shao G. Landscape-level Forest Ecosystem Conservation on Changbai Mountain, China and North Korea (DPRK) // Mountain Research and Development. 2011. Vol. 31. No. 2. P. 169–175.

7. The Woody Plants of Korea // (<http://florakorea.myspecies.info/en/taxonomy/term/5403/media>). Accessed on 17.05.2023.

DOI: 10.17581/paf2023.37

**Опыт интродукции редкого вида *Astragalus calycinus* M. Bieb. (Fabaceae Lindl.) в  
Ботаническом саду Южного федерального университета**

**Макарова Л.И., Кузьменко И.П.**

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

*lmak@sfnu.ru*

*Astragalus calycinus* M. Bieb. (сем. Fabaceae Lindl. – бобовые) – кавказский вид, ксеротермический реликт, включённый в Красную книгу Ростовской обл. (РО) [2] с категорией статуса редкости 3г как редкий вид, имеющий значительный ареал, но находящийся в РО на северной границе распространения.

*A. calycinus* – многолетняя трава с укороченным стеблем и розеткой прикорневых листьев, ксерофит, гелиофит, петрофит. В РО растёт в зональных и каменистых дерновиннозлаковых степях, на степных, глинистых и щебнистых склонах балок, в тимьянниках на мергелях и известняках. Локальные популяции вида характеризуются незначительными площадями (300–3000 кв. м) и низкой численностью – 100–8100 особей.

В коллекции редких и исчезающих растений РО Ботанического сада ЮФУ (БС) *A. calycinus* содержится с 1999 г., в настоящее время площадь его микропопуляции составляет 36 кв. м, численность – более 100 генеративных особей. В процессе первичной интродукции *A. calycinus* осуществлялись наблюдения за ростом и развитием растений с использованием общепринятых методик.

В условиях интродукции в БС *A. calycinus* проходит полный цикл сезонного развития, по феноритмотипу он относится к группе летне-зимнезелёных растений. Весеннее отрастание у *A. calycinus* начинается во второй-третьей декаде марта. Примерно через месяц появляются бутоны. Массовое цветение приходится на первую-вторую декаду мая. Продолжительность цветения составляет в среднем 17 (11–23) дней. Массовое созревание плодов приходится на вторую-третью декаду июня. В отдельные годы в течение лета наблюдается вторичное цветение некоторых особей. Осенью у *A. calycinus* наблюдается вторичный рост побегов, который прекращается с наступлением заморозков, как правило, в ноябре.

*A. calycinus* размножается только семенным путём. В процессе интродукционных испытаний вида в БС была определена его семенная продуктивность. *A. calycinus* имеет относительно невысокий коэффициент семенификации (15,3 %), но одно растение продуцирует около 3300 семян, что обеспечивает, даже при низкой полевой всхожести семян (в среднем 4,2 %), самоподдержание численности интродуцированной микропопуляции.

Успешность первичной интродукции *A. calycinus* в БС оценивалась по 7-ми балльной шкале В.В. Бакановой [1]. *A. calycinus* характеризуется нормальным развитием вегетативных органов, массовым цветением и плодоношением, зимостойкостью, засухоустойчивостью, способностью единично саморасселяться, то есть набирает 6 баллов из 7 возможных, что свидетельствует о перспективности сохранения этого вида *ex situ*.

Список литературы:

1. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев, 1984. 154 с.
2. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. / Ред. В.В. Федяева. Т. 2. Ростов-на-Дону, 2014. 344 с.

DOI: 10.17581/paf2023.38

## Культурный ареал распространения представителей рода *Magnolia* L.

Малевич А.М., Шпитальная Т.В.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*neto4ka2010@mail.ru*

Магнолии, обладая высокими декоративными свойствами цветков, листьев, оригинальностью плодов, являются ценнейшим материалом для садово-паркового строительства. По продолжительности использования в культуре эти растения входят в группу наиболее распространенных, популярных и перспективных декоративных растений.

В настоящее время широкое культивирование магнолий по всему миру подтверждает их широкий географический диапазон для выращивания. Самые многочисленные коллекции магнолий находятся в Alnarp Agricultural University (Sweden) – 1000 видов, гибридов, сортов и форм, Chollipo Arboretum (Korea) – более 600 видовых и внутривидовых таксонов, Stichting Arboretum Wespelaar (Belgium) – 279 таксонов, Royal Botanic Garden, Kew (UK) – 250 таксонов, Scott Arboretum of Swarthmore College (USA) – 150 таксонов, South China Botanical Garden (China) – 130 таксонов [2].

В России ведущими местами по выращиванию магнолий в культуре являются Никитский ботанический сад в г. Ялта, парк «Дендрарий» в г. Сочи, Ботанический сад г. Сухуми и Главный Ботанический сад им. Н.В. Цицина, где магнолии выращивают с начала XIX века [1]. В настоящее время наибольшими по таксономическому разнообразию являются коллекции магнолий в Субтропическом ботаническом саду Кубани (г. Сочи) – 58 видовых и внутривидовых таксонов, частная коллекция А.А. Миляева в Воронеже – 85 таксонов. В Крыму, помимо Никитского ботанического сада, существует дендрологическая коллекция Ботанического сада им. Н.В. Багрова (г. Симферополь), которая насчитывает 9 таксонов листопадных магнолий, а также частная коллекция Н.В. Лепешко, которая находится в Предгорном Крыму в с. Перевальное (16 таксонов) [5]. В Санкт-Петербурге в Ботаническом саду Петра Великого также располагается коллекция магнолий, представленная 9 видами [6]. Магнолии получили широкое распространение и на территориях стран постсоветского пространства: Украине, Таджикистане и Кыргызстане [1; 4].

В Беларуси магнолии впервые появились на территории Центрального ботанического сада Национальной академии наук в 1958 году. И в настоящее время основным местом интродукции магнолий является ботанический сад, где произрастает 9 видов, 1 подвид и 14 сортов рода *Magnolia* L. Замечено, что интродуцированные виды магнолий, произрастающие в саду, по размерам, компактности и габитусу кроны отличаются от видов, произрастающих в культурных ареалах. Наличие немногочисленных экземпляров саженцев в магнолиевом саду и небольшое количество насекомых-опылителей приводит к низкому уровню перекрестного опыления. Несмотря на это, все виды и сорта изученных магнолий хорошо адаптировались в условиях Беларуси и являются перспективной культурой для нашей республики [3].

Список литературы:

1. Гингул С.Г. Магнолиевые в советских субтропиках. Батуми, 1939. 46 с.
2. Зайцев Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений. Москва, 1983. 271 с.
3. Малевич А.М. и др. Коллекция «Магнолии» в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси // II Международная научно-практическая конференция «Ботанические коллекции Беларуси: сохранность, использование и перспективы развития гербариев», посвященной 100-летию со дня основания гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Минск, 2022 г. С. 112–117.
4. Минченко Н.Ф., Коршук Т.П. Магнолии на Украине. Киев, 1987. 184 с.

5. Романов М.С. и др. Итоги и перспективы интродукции представителей *Magnolia* L. (Magnoliaceae Juss.) в России // Общие вопросы ботаники. 2005. С. 29–51.
6. Фирсов Г.А., Семенова Н.С. Магнолии (*Magnolia* L., Magnoliaceae) в ботаническом саду Петра Великого: история интродукции и современное состояние // Вестник Удмуртского университета. 2018. 28(1). С. 16–25.

DOI: 10.17581/paf2023.39

## Семенное самовозобновление представителей рода *Acer* L. в Архангельске

Попкова И.А.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск,  
Россия

*i.olupkina@narfu.ru*

Успешность интродукции растений определяется одним из важнейших показателей – способностью вида к естественному возобновлению за пределами ареала [3,4]. Установлено, что некоторые виды клёнов способны к самовозобновлению семенами, но при продвижении в более суровые климатические условия число таких таксонов сокращается [7]. Самым активным видом в данном случае является *Acer negundo* L. - отмечается как агрессивный вид, натурализовавшийся во многих регионах Северной Евразии [5]. Согласно данным, приведённым в литературных источниках, в Узбекистане большинство интродуцированных клёнов дают самосев [3]. Например, для *Acer platanoides* L. здесь установлены следующие показатели возобновления 50-60 шт./ м<sup>2</sup>; на Украине - 14-22 шт./ м<sup>2</sup>. Большая часть всходов гибнет из-за засушливого климата. По городам России подобных данных очень мало. В Санкт-Петербурге самосев отмечен у 14 видов клёна [9], в Москве и Подмосковье – у 4 видов [2, 1, 6], в Ростове-на-Дону самосевом размножаются 8 таксонов рода *Acer* L. [8].

В Архангельске самосев характерен для *Acer platanoides* L. и *Acer schwedleri* К.Кoch. *Acer negundo* L. в данных климатических условиях самосева не имеет и обладает низким качеством семян (39-20 %), что исключает угрозу биологической инвазии.

При обследовании участков в дендрологическом саду имени И.М. Стратоновича и в условиях города, на которых произрастают изучаемые клёны, были обнаружены многочисленные всходы, что положительно характеризует их по степени адаптации к местным условиям. Данные виды не образуют спонтанных фитоценозов в условиях интродукции. С целью изучения степени самовозобновления данных видов в дендрарии были заложены пробные площадки (1 м<sup>2</sup>) в трёхкратной повторности на расстоянии от 1 до 6 м от маточных деревьев. Таким образом, на исследуемых площадках произрастают растения разного возраста от 1 до 10 лет. Число исследуемых особей на пробных площадках варьировало от 4 до 30 шт.

У подростка измеряли высоту (длину стебля), см; диаметр осевого побега у шейки корня, мм; длину корня, см; годичный прирост побегов, см и определяли возраст по междоузлиям стебля. Согласно полученным данным, установлено, что средний возраст подростка в дендрарии (3 года) ниже, чем в условиях города (6 лет). Это обусловлено тем, что в дендросаду регулярно проводятся работы по покосу травы и выкопке и пересадке растений – большинство всходов гибнут. В городских же условиях площадки закладывались в труднодоступном для покоса месте. Коэффициент вариации свидетельствует о сильном разнообразии вариационного ряда (39,12 – 61,08%).

В ходе исследований нами установлено, что у подростка наблюдается стабильный ежегодный прирост, они не обмерзают и по текущему приросту одревесневают на 100 %, зимний период не оказывает негативного влияния на их жизнеспособность, что подтверждает высокие адаптационные способности изучаемых таксонов.

Вопросы семенного самовозобновления клёнов в условиях Архангельска рассматривались впервые.

Список литературы:

1. Букштынов А.Д. Клен. Москва, 1982. 86 с.
2. Лапин П.И., Александрова М.С., Бородина Н.А. и др. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. Москва, 1975. 547 с.

3. Костелова Г.С. Интродуцированные виды рода *Acer* L. в Ботаническом саду АН УзССР г. Ташкента // Дендрология Узбекистана. 1973. Т. 5. С. 3-157.
4. Лапин П.И., Калущкий К.К., О.Н. Калущкая. Интродукция лесных пород. Москва, 1979. 224 с.
5. Любченко В.М. Естественное распространение клена американского (*Acer negundo* L.) в фитоценозах Каневского заповедника // Интродукция и акклиматизация растений. 1991. Вып. 13. С. 28-31.
6. Плотникова Л.С. Семенное возобновление интродуцированных древесных растений в Москве и Московской области // Бюл. Гл. бот. сада. 2000. Вып. 180. С. 3-7.
7. Рязанова Н. А. Биологические особенности кленов (*Acer* L.) при интродукции в Башкирском Предуралье: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2012. 19 с.
8. Федоринова О.И. Перспективы культуры видов рода *Acer* L. в Ростовской области // Ботанические исследования в Азиатской России: Мат-лы XI съезда Русского ботан. общ-ва. 2003. Т. 3. С. 59-60.
9. Фирсов Г.А. Биологические особенности кленов (*Acer* L.), интродуцированных в Ленинграде и его окрестностях: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ленинград, 1984. - 20 с.

DOI: 10.17581/paf2023.40

## Представители дальневосточной флоры в Барнаульском дендрарии

Синогейкина Г.Э., Клементьева Л.А.

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

*niilisavenko20@yandex.ru*

Барнаульский дендрарий Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (отдел НИИСС ФГБНУ ФАНЦА) расположен на юге Западной Сибири в лесостепной зоне Алтайского края. Среди большого разнообразия растений широко представлена флора Дальнего Востока – 65 родов, 154 вида, 3 межвидовых гибрида, 9 сортов. В ходе многолетних исследований в местный озеленительный ассортимент рекомендовано 48 видов и сортов.

Барнаульский дендрарий отдела НИИСС ФГБНУ ФАНЦА расположен на высоком берегу р. Обь в умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края, занимает 10,5 га. Климат умеренно континентальный с длинной суровой зимой и коротким жарким летом.

Под руководством академика М.А. Лисавенко и доктора сельскохозяйственных наук З.И. Лучник на Алтае интродуцировано более 7000 образцов деревьев и кустарников. При формировании коллекции учитывали географическое происхождение, зимостойкость и экологическую пластичность, способность к размножению и декоративность растений.

Генофонд древесных декоративных растений насчитывает 46 семейств, 119 родов, 617 видов, 149 межвидовых гибридов и разновидностей, 478 сортов. Таксономический состав разнообразен по географическому происхождению. Преобладают сибирские, североамериканские и дальневосточные растения. Отдел Дальнего Востока – один из богатых в коллекции, включает растения 33 семейств, 65 родов, 154 вида, 3 межвидовых гибрида, 9 сортов – основные породы материковой части региона. Жизненные формы представлены деревьями (61 культивар), кустарниками (86), лианами древовидными (18) и травянистыми (1).

Семена и растения получены благодаря сотрудничеству с научными учреждениями России и зарубежья (Китай, Белоруссия, Латвия, Киргизия, Казахстан, Узбекистан) и во время экспедиций. Пунктами интродукции с Дальнего Востока являлись: ботанические сады Владивостока, Кировска, Хабаровский дендрарий, Амурская лесосеменная опытная станция, заповедник «Супутинский», Горнотаежная станция, ст. Урил и ст. Кангауз, горный хребет Хехцир, гора Хуалаза, Курильские острова и о. Сахалин, Уссурийский и Хасанский районы, с. Усть-Большерецк и пос. Сергеевка, долина реки Бурея.

Дальневосточные растения обладают высокой устойчивостью к низким температурам, но недостаточно засухоустойчивые, подвержены выпреванию, не могут расти на засоленных почвах. Они мало пригодны для сухих и засушливых подзон края, а в многоснежных подзонах с частыми оттепелями требуют посадки на возвышенных элементах рельефа.

В ходе многолетних исследований в местный озеленительный ассортимент рекомендовано 48 видов и сортов (*Abies nephrolepis*, *Juniperus rigida*, *J. sargentii*, *J. conferta*, *Crataegus maximowiczii*, *Vitis amurensis*, *Phellodendron amurense*, *Aristolochia manshuriensis* и *Quercus mongolica*, *Phellodendron amurense* и другие): все они пригодны для южной лесостепи; из них 42 – предгорья и низкогорья и 12 – сухой степи [2].

Сотрудники дендрария не только интродуцируют, изучают растения, но и производят качественный посадочный материал наиболее декоративных и устойчивых к внешним факторам среды культур. В городском озеленении Алтайского края получили распространение *Prunus maackii*, *Acer ginnala*, *Sorbaria sorbifolia*, *Juglans mandshurica*, *Rosa rugosa*. В любительском садоводстве популярны дальневосточные виды родов *Aristolochia*, *Vitis*, *Schisandra*, *Clematis*,



*Dasiphora* (и её сорта Abbotswood, Gilford Cren, Gold Finger, Pink Queen, Princess), *Juniperus*, *Microbiota*, *Deutzia* [1, 3].

Список литературы:

1. Клементьева Л.А. Лианы как дополнительный и ограниченный ассортимент для озеленения в Алтайском крае // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. Вып. 71. С. 222–229.

2. Силантьева М.М., Терехина Т.А., Клементьева Л.А., Синогейкина Г.Э., Куранда Ю.В. Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для озеленения населенных пунктов Алтайского края. Барнаул, 2021. 42 с.

3. Синогейкина Г.Э. Интродукция сортов *Potentilla fruticosa* L. в лесостепи Алтайского края // Известие Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 86–90.

DOI: 10.17581/paf2023.41

**Особенности строения эпидермиса листа *Iris setosa* PALL. EX LINK из разных мест произрастания**

**Столетова Н. В.<sup>1</sup>, Царенко Н.А.<sup>1</sup>, Миронова Л.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*stoletova.nv@students.dvfu.ru, tcarenko.na@dvfu.ru, lymironova@yandex.ru*

Размер и форма эпидермальных клеток, погруженность устьиц, наличие или отсутствие трихом – все эти особенности анатомического строения могут отражать приспособленность к различным экологическим условиям или являться диагностическими признаками. В данном исследовании мы изучали количественные признаки устьиц и эпидермальных клеток *Iris setosa* Pall. ex Link из разных мест произрастания: коллекция Ботанического сада-института (БСИ ДВО РАН) г. Владивосток и юг острова Сахалин.

Листья фиксировали в растворе спирт : глицерин : вода в соотношении 1:1:1, эпидермальные клетки и устьица измеряли при увеличении 10x20 на микроскопе Axiolab (Carl Zeiss, Германия, 2001) (БСИ ДВО РАН).

Было выявлено, что устьица на листьях *Iris setosa* с острова Сахалин в среднем длиннее устьиц у приморских растений ( $0,035\pm 0,00004$ мм и  $0,032\pm 0,0003$ мм соответственно). Размеры эпидермальных клеток в среднем у сахалинских растений также превышают таковые у приморских: длина составляет  $0,222\pm 0,004$ мм и  $0,172\pm 0,003$ мм соответственно; ширина -  $0,031\pm 0,0004$ мм и  $0,027\pm 0,0004$ мм соответственно.

Наши исследования подтверждают М.В. Илюшко (2000), отмечавшей, что вид *I. setosa* обладает высокой морфологической вариабельностью популяций из-за обширности и разнообразия территории распространения. По её мнению, условия островной изоляции повлияло на изменчивость *I. setosa*, что проявилось в снижении генетической изменчивости этого вида на исследованных островах (Парамушир, Урут, Итуруп, Сахалин) в сравнении с растениями из континентальной популяции (Приморского край).

DOI: 10.17581/paf2023.42

## Некоторые особенности строения пыльцевых зерен садовых роз из коллекции БСИ ДВО РАН

Тхай Х.Н.<sup>1</sup>, Царенко Н.А.<sup>1</sup>, Зорина Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*thaihieunghia@gmail.com*

Муссонный климат и устойчивость сортов к неблагоприятным условиям окружающей среды оказывают лимитирующее значение на сортимент роз. В связи с этим особое значение приобретают сорта местной селекции на основе отбора родительских пар, устойчивых к условиям юга Приморского края. Изучение количественной характеристики пыльцевых зерен – важная задача при выборе родительских пар для скрещивания.

Цель нашей работы – охарактеризовать количественные признаки пыльцевых зерен у сортов садовых группы чайно-гибридных роз из коллекции БСИ ДВО РАН.

Материалом для работы послужили пыльцевые зерна у 11 представителей садовых группы чайно-гибридных роз. У каждого представителей было сделано по 25 измерений следующих признаков: длина полярной оси и экваториальный диаметр, ширина мезокольпиума, длина борозд и ширина между концами борозд с помощью сканирующего электронного микроскопа ZEIS EVO 40.

Пыльцевые зерна у роз из группы чайно-гибридные розы почти не различаются по форме – продолговато-эллипсоидальная [1]. У сорта *Lansome* пыльца более округлая, имеет средний размер полярной оси  $43,92 \pm 3,62$  мкм и экваториального диаметра –  $25,03 \pm 2,87$  мкм, у сорта *New Dawn* пыльцевые зерна более удлиненные имеют средние размеры полярной оси  $51,58 \pm 4,53$  мкм, экваториального диаметра –  $22,69 \pm 2,30$  мкм.

Самые длинные пыльцевые зерна у сорта *New Dawn*, имеют средние размеры полярной оси  $51,58 \pm 4,53$  мкм. У сорта *Lansome* самые широкие пыльцевые зерна – средние размеры экваториального диаметра –  $25,03 \pm 2,87$  мкм. Пыльцевые зерна у *Carina* (3-7) выделяются самой большой шириной мезокольпиума –  $14,25 \pm 1,79$  мкм. Пыльцевые зерна у сорта *Flamingo* имеют самые длинные борозды –  $43,73 \pm 4,04$  мкм. Пыльцевые зерна у сорта *Dame de Coeur* имеют самые большие размеры между концами борозд –  $11,87 \pm 1,41$  мкм.

У сорта *Lansome* самые короткие пыльцевые зерна имеют средние размеры полярной оси  $43,92 \pm 3,62$  мкм. У сорта *New Dawn* самые узкие пыльцевые зерна имеют средние размеры экваториального диаметра –  $22,69 \pm 2,30$  мкм. Пыльцевые зерна у сорта *Rose Gaujard* имеют самую узкую ширину мезокольпиума –  $14,25 \pm 1,79$  мкм. Пыльцевые зерна у сорта *Lansome* имеют самые короткие борозды –  $35,26 \pm 4,60$  мкм. Пыльцевые зерна у сорта *Flamingo* имеют самые маленькие размеры между концами борозд –  $9,11 \pm 1,71$  мкм.

Пыльцевые зерна 4 сортов – *Las Vegas*, Амурские волны, *Paris d'Yves Saint Laurent*, *Duftwolke* были сильно деформированы, что не позволило оценить их качественные и количественные признаки.

Список литературы:

1. Виноградова Ю.К. и др. Календарь цветения и морфометрические признаки пыльцы некоторых инвазионных видов растений в Средней России // *Hortus botanicus*. 2016. 11. С. 46-58.

DOI: 10.17581/paf2023.43

## Оценка состояния лесосеменной прививочной плантации быстрорастущих форм осины в Костромской области

Чудецкий А.И.<sup>1</sup>, Багаев Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>2</sup>Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Россия

*a.chudetsky@mail.ru, ce-los-lh@mail.ru*

Высокопродуктивные формы осины являются перспективными продуцентами сырья для плантационного лесовыращивания, что приобретает актуальное значение в условиях внедрения инновационных технологий глубокой механической, химической и энергетической переработки древесины. К таким формам осины относятся триплоидные клоны, отобранные академиком А.С. Яблоковым в 1930-х гг. в Костромской области, отличающиеся от типичных диплоидных более высокой продуктивностью, качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили [1].

Для получения семян высокопродуктивных форм осины в Костромском лесничестве Костромской области в мае 1964 г. была заложена лесосеменная прививочная плантация на площади 0,46 га. Группа типов леса – кислично-широкотравная, ТЛУ – С<sub>3</sub>. Посадочный материал – привитые саженцы триплоидных мужских (№27, №35) и быстрорастущих диплоидных женских (№34, №36) клонов осины, представленных в генетическом резервате исполинской осины (Костромская область). Схема размещения привитых саженцев – 5×5 м, при этом женские маточные деревья чередовались через ряд с мужскими. В течение первых трех лет проводились агротехнические уходы боронованием (БДН-1,8) междурядий, прополкой и рыхлением в приствольных кругах.

В год посадки привитые саженцы осины имели высокую приживаемость – до 89%. Привои, взятые с более старых по возрасту деревьев, срастались хуже, чем с молодых. Установлено, что оптимальным сроком прививок является период с конца мая до середины июня. В возрасте 2 лет прививки достигали высоты 2 м и более; наибольший прирост имели клоны №27 и №36. В первые годы привитые саженцы осины в сильной степени повреждались осиновым листоедом. Цветение и плодоношение началось в возрасте 4–5 лет. На 5-й год в фазу цветения вступило 6% привоев, на 6-й – 10%, на 7-й – 14%. Женские деревья и привои, заготовленные с более старых деревьев, начали плодоносить раньше [1].

К 44-летнему возрасту сохранность хозяйственно ценных форм осины снизилась до 39%. Наиболее интенсивным ростом отличались триплоидные клоны (№27, №35), которые превосходили средние значения по высоте на плантации на 10–15%.

В возрасте 58 лет насаждение лесосеменной плантации имело следующие таксационные показатели: класс бонитета – Ia; полнота – 0,5; средняя высота – 28 м; средний диаметр на высоте 1,3 м – 34 см; запас – 248 м<sup>3</sup>/га; густота – 246 шт./га. Деревья быстрорастущих клонов осины на плантации имели следующие средние биометрические показатели: общая высота – 29,4 м; диаметр на высоте 1,3 м – 37,0; диаметр кроны 13,4; протяженность зоны ствола с живыми сучьями – 17,3 м, без сучьев – 2,9 м.

Проведенные исследования показали, что представленные на плантации триплоидные клоны осины №27 и №35 сохраняют быстрый рост и развитие на протяжении всего периода наблюдений и являются целевыми для закладки лесосырьевых плантаций.

Список литературы:

1. Багаев Е.С., Макаров С.С., Багаев С.С., Родин С.А. Исполинская осина: биологические особенности и перспективы плантационного выращивания. Пушкино: ВНИИЛМ, 2021. 72 с.

## МИКОЛОГИЯ И ЛИХЕНОЛОГИЯ

DOI: 10.17581/paf2023.44

### Результаты изучения видового разнообразия миксомицетов (Mухомycetes) в заповеднике «Кедровая Падь» в 2016–2020 годах

Бортников Ф.М.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

*f.m.bortnikov@gmail.com*

Миксомицеты — широко распространенная в наземных экосистемах группа хищных амeboидных протистов, систематика которых основана главным образом на морфологических признаках их макроскопических спороносящих стадий (спорокарпов), которые возможно обнаружить в полевых условиях невооруженным глазом или получить в лаборатории методом влажных камер.

Первые сведения о миксомицетах Приморья содержатся в работе Н. А. Наумова [4], опубликованной по результатам экспедиции по Южно-Уссурийскому краю, осуществленной им в 1912 году. В советское время миксомицеты Приморья не становились предметом специального изучения, однако некоторые сообщения о них встречались в работах микологов А. А. Аблакатовой, И. А. Бункиной и Э. З. Коваль [1 и др.]. Позднее достаточно хорошо были исследованы миксомицеты Лазовского [2, 3] и Сихотэ-Алинского [5] заповедников. Сведения же о миксомицетах заповедника «Кедровая Падь» до последнего времени ограничивались списком из 19 видов, обнаруженных в 1955–1960 годах Э. З. Коваль [1].

Для более полноценного их изучения в 2016, 2017 и 2020 годах в заповеднике были осуществлены полевые исследования, в ходе которых было собрано 2147 образцов плодовых тел миксомицетов и 719 образцов различных субстратов: гнилой древесины, наземного опада и коры живых деревьев и кустарников 34 видов. В ходе камеральной обработки этих субстратов при помощи метода влажных камер было получено и собрано дополнительно 1554 образца спороносений миксомицетов.

Всего в ходе исследований в заповеднике «Кедровая Падь» было выявлено 172 вида миксомицетов из 36 родов, 13 семейств и 9 порядков, что составляет 36% от числа видов, известных в России на данный момент. Из обнаруженных видов большинство (95%) были новыми для заповедника, 63 вида — новыми для Приморского края и 29 — для России. Семь видов из родов *Diderma* Pers., *Licea* Schrad. и *Trichia* Haller были описаны как новые для науки. Наиболее высокое разнообразие миксомицетов было выявлено в коренных хвойно-широколиственных сообществах, а в экологической группе кортикулоидных миксомицетов наибольшее число видов было отмечено на коре *Abies holophylla* Maxim., *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. и *Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts. (40, 40 и 27 видов, соответственно).

Список литературы:

1. Бункина И.А., Коваль Э.З. К флоре миксомицетов Приморского края // Новости систематики низших растений. 1967. 4. С. 153–153.
2. Новожилов Ю.К., Крусанова З.Г. Миксомицеты Лазовского заповедника (Приморский край) // Новости систематики низших растений. 1989. 26. С. 69–72.
3. Gmshinskiy V.I. et al. New data on Mухомycetes Lazovsky State Nature Reserve (Far East, Russia) // Botanica Pacifica. 2020. 9(1). P. 155–164.
4. Naoumoff N. Matériaux pour la flore mycologique da la Russie, Fungi ussurienses I // Bulletin de la Société Mycologique de France. 1914. 30. P. 64–83.
5. Novozhilov Yu.K. et al. Mухомycetes of the Sikhote-Alin State Nature Biosphere Reserve (Far East, Russia) // Nova Hedwigia. 2017. 104(1–3). P. 183–209.

DOI: 10.17581/paf2023.45

**Участие восточноазиатских микромицетов и растений в формировании видового богатства мучнисторосяных грибов на Среднем Урале**

**Будимиров А.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

*budimirov\_as@ipae.uran.ru*

Мучнисторосяные (Erysiphaceae Tul. & C. Tul. 1861) – одна из самых распространённых групп биотрофных фитопатогенных микромицетов. Среди представителей данного семейства встречаются виды, способные к распространению за пределы своего естественного ареала и расширению спектра растений-хозяев [2, 4].

Исследования последних лет показали рост доли чужеродных видов в общем видовом богатстве сем. Erysiphaceae на Среднем Урале [3, 4]. Среди таких видов около 40% составляют азиатские таксоны.

В данной работе были задействованы образцы, депонированные в гербарии ИЭРиЖ УрО РАН (SVER), литературные данные [1] и собственные сборы авторов. Анализ видового богатства сем. Erysiphaceae Среднего Урала показал присутствие 11 чужеродных видов мучнисторосяных грибов, происходящих из восточноазиатского региона (*Erysiphe actinidiae*, *E. alphitoides*, *E. corylacearum*, *E. macleayae*, *E. paeoniae*, *E. palczewskii*, *E. schisandrae*, *E. syringae-japonicae*, *E. vanbruntiana* var. *sambuci-racemosae*, *Golovinomyces tabaci*, *Phyllactinia actinidiae*). Для 4 видов зафиксирован переход на аборигенные субстраты (*E. alphitoides* на *Quercus robur*, *E. corylacearum* на *Corylus avellana*, *E. macleayae* на *Chelidonium majus*, *E. vanbruntiana* var. *sambuci-racemosae* на *Sambucus sibirica*).

Также были рассмотрены взаимодействия между восточноазиатскими растениями-интродуцентами и неазиатскими грибами. Было обнаружено поражение 6 видов растений микромицетами, происходящими из других регионов, или хотя бы не являющимися эндемиками Восточной Азии (*E. aquilegiae*, *E. lonicerae*, *E. necator*, *Podosphaera aphanis*, *P. pannosa*, *P. spiraeae*).

Полученные данные указывают на важность изучения азиатского региона как потенциального источника расселения фитопатогенных мучнисторосяных грибов.

Список литературы:

1. Степанова Н.Т. и др. К флоре сумчатых и несовершенных грибов Урала // Споровые растения Урала. Материалы по изучению флоры и растительности Урала IV. Труды Института экологии растений и животных. 1970. Вып. 70. С. 3–52.
2. Beenken L. et al. Epidemic spread of *Erysiphe corylacearum* in Europe -first records from Germany // *Schlechtendalia*. 2022. 39. P. 112–118.
3. Bulgakov T. et al. Powdery mildews (Erysiphaceae) on woody plants in urban habitats of Sverdlovsk region (Russia) // *Mikologiya i Fitopatologiya*. 2022. 56. P. 323–331.
4. Shiryayev A.G. et al. Global Warming Favors the Development of a Rich and Heterogeneous Mycobiota on Alien Vines in a Boreal City under Continental Climate // *Forests*. 2022. 13(2). P. 323–344.

DOI: 10.17581/paf2023.46

## Краснокнижные виды афиллофоровых грибов в Приморском крае

Бухарова Н.В.

Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г.

Владивосток, Россия

*nadya808080@mail.ru*

С момента выхода действующего издания Красной книги Приморского края [3] прошло уже 15 лет. За это время накопилось достаточное количество новых сведений, касающихся не только биологии и экологии редких видов грибов, но и их распространения. Следует отметить, что в настоящее время ведется работа над новым изданием не только федеральной Красной книги (растения и грибы), но и над региональным списком нуждающихся в охране видов грибов Приморского края.

В результате проведенной ревизии был составлен список рекомендованных к охране редких видов грибов Приморского края, включающий 8 видов сумчатых и 46 видов базидиальных грибов [1, 2], в том числе 11 видов афиллофоровых грибов: *Bondarceomyces taxi* (Bondartsev) Parmasto, *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Hericium alpestre* Pers., *Cryptoporus volvatus* (Peck) Singer, *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev et Singer, *Jahnoporus oreinus* Spirin, Vlasák et Miettinen, *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr., *Resinoporia crassa* (P. Karst.) Audet, *Sparassis latifolia* Y. C. Dai et Zheng Wang, *Truncospora ornata* Spirin et Bukharova. Первые четыре вида из них упомянуты в проекте по включению в новое издание Красной книги РФ. Из прежнего списка [3] к исключению предложены пять видов: *Fomitopsis castanea* Imazeki (по причине неясного таксономического статуса), *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. и *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. (в связи с отсутствием угрозы исчезновения), *Mycoleptodonoides aitchisonii* (Berk.) Maas Geest. и *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr. (из-за отсутствия их в крае). Семь видов афиллофоровых грибов впервые предлагаются к введению в краевой список нуждающихся в охране [1]. Из них *Bondarceomyces taxi* и *Fomitopsis officinalis* занесены в Красный список Международного союза охраны природы [4, 5]. *B. taxi*, приуроченный к старовозрастным лесам, в Приморском крае известен из Уссурийского и Сихотэ-Алинского заповедников. *Fomitopsis officinalis* является облигатным патогенным сапротрофом лиственницы, в Приморском крае известен лишь из Дальнегорского района. К основным факторам угрозы исчезновения видов *Jahnoporus oreinus*, *Resinoporia crassa* и *Sparassis latifolia* относятся пожары, приводящие к исчезновению субстрата, а также вырубка лесов. Помимо этого, большое значение имеет наличие необходимого субстрата и подходящее растительное окружение (старовозрастные ненарушенные хвойные леса). *Jahnoporus oreinus* и *Truncospora ornata* являются восточноазиатскими эндемиками. *J. oreinus* может служить индикатором ненарушенных лесов Восточной Азии с преобладанием ели [6]. *Truncospora ornata* в Приморском крае известна из кедрово-широколиственных лесов заповедников Уссурийский и Кедровая Падь.

Список литературы:

1. Бухарова Н.В., Булах Н.М., Спиринов В.А., Богачева А.В. Нуждающиеся в охране виды грибов Приморского края Дальнего Востока России (к обновлению региональной Красной книги // Биота и среда природных территорий. 2022. 1. С. 69–83.
2. Бухарова Н.В., Прозорова Л.А. Уточнённый список редких видов грибов Приморского края, нуждающихся в охране // Биота и среда природных территорий. 2022. 10 (3). С. 36–41.
3. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. 688 с.

4. Kaľucka I.L., Svetasheva T. *Fomitopsis officinalis*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2019: e.T75104087A75104095. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T75104087A75104095.en>. Accessed on 30 June 2023.
5. Kiyashko A., Svetasheva T. *Bondarcevomyces taxi*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2019: e.T125435401A125435685. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T125435401A125435685.en>. Accessed on 30 June 2023.
6. Spirin V., Vlasák J., Milakowsky B., Miettinen O. Searching for Indicator Species of Old-Growth Spruce Forests: Studies in the Genus *Jahnporus* (Polyporales, Basidiomycota) // *Cryptogamie Mycologie*. 2015. 36(4): 409–417.



DOI: 10.17581/paf2023.47

## Дополнение к флоре мхов города Магадана и его окрестностей

Вильк Е.Ф.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия

*kelizavetaova@mail.ru*

Магадан представляет собой объединенный городской округ, включающий в себя ряд поселков и занимающий площадь 1,2 тыс. км<sup>2</sup>. Благодаря его расположению – у берега Охотского моря – климат города характеризуется относительно мягкими зимами, прохладным летом и большим количеством осадков. На данной территории представлены разные типы рельефа – от речных долин до высокогорий, что обеспечивает высокий уровень флористического разнообразия. Ландшафт отличается широким распространением зарослей кедрового стланика и ольховника, а также редкостойных лиственничных лесов [4].

Изучение видового разнообразия мхов города проводилось не систематически. Первые сведения о мхах Магадана и его окрестностей можно получить из работ Л.С. Благодатских [1]. В дальнейшем сборы на изучаемой территории осуществлялись сотрудниками института биологических проблем Севера. В 2010 и 2014 годах под руководством В.А. Бакалина организовано несколько экспедиций, в том числе были исследованы и окрестности города. Также в 2014 году в Магадане работала и О.Ю. Писаренко. Благодаря их исследованиям появились новые данные о бриофлоре города Магадана и области в целом [6].

В 2016 году нами был сформирован список видов для изучаемой территории, он включал 121 таксон [3]. Последующая работа с литературными данными, имеющейся гербарной коллекцией и результатами обработки собственных сборов показала, что на сегодняшний день на территории г. Магадана зафиксировано 165 таксонов мхов, что составляет 37,9% от известных для территории всей области [5]. Таким образом, список был дополнен 44 новыми видами, в том числе 5 видами, включенными в Красную Книгу региона [2].

Список литературы:

1. Благодатских Л.С. Листостебельные мхи Колымского нагорья. Препринт. Магадан: ДВНЦ АН СССР, 1984. – 45 с.
2. Красная книга Магаданской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / Редколл. А. В. Кондратьев (предс.) и др. – Магадан: Охотник, 2019. – 356 с.
3. Кузнецова Е.Ф. О флоре листостебельных мхов окрестностей города Магадана // На перекрестке Севера и Востока (методологии и практики регионального развития): Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (30 ноября – 01 декабря 2016 г., г. Магадан). – Красноярск: Науч.-инновацион. центр, 2017. – 458 с.
4. Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности). – Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2010. – 364 с.
5. Afonina O.M., Czernyadjeva I.V., Pisarenko O. Yu. & Fedosov V.E. Mosses of the northern Russian Far East, an annotated check-list // *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*, 2022. 11(2). P. 103–130
6. Pisarenko O. Yu., Bakalin V. A. Bryophyte flora of the Magadan Province (Russia) I. Introduction and the checklist of mosses // *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*, 2018. 7(2). P.105–125.

DOI: 10.17581/paf2023.48

**Афиллофороидные грибы национального парка "Самурский" (Дагестан, Россия):  
сокровища лианового леса**

**Волобуев С.В.**

Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*sergvolobuev@binran.ru*

Афиллофороидные грибы представляют собой нетаксономическую группу базидиомицетов, эволюционно адаптированных, в большинстве своём, к развитию на древесине, что определяет биосферно значимую роль этих организмов в круговороте углерода и функционировании, прежде всего, лесных биомов. Несмотря на мировую известность Кавказа как одной из глобальных «горячих точек» биологического разнообразия и указание для российской его части порядка 500 видов афиллофороидных грибов [1], территория Северо-Восточного Кавказа в течение длительного времени оставалась малоизученной в отношении данной группы макромицетов.

Национальный парк «Самурский» является одной из ключевых ООПТ Республики Дагестан и включает два кластера – высокогорный «Шалбуздаг» и низинный «Дельта Самура». Уникальность лесов последнего заключается в преобладании широколиственных древесных пород, высокой относительной влажности воздуха (78%) и развитии здесь лиановых сообществ (*Clematis* spp., *Hedera pastuchovii*, *Smilax excelsa*, *Vitis silvestris* и др.). Сочетание этих факторов предопределяет особые возможности для развития афиллофороидных грибов, выявление видового состава которых и стало целью настоящего исследования.

К настоящему времени общее число известных для национального парка афиллофороидных грибов составляет 95 видов [2, 3]. Среди них два охраняемых в регионе вида (*Fistulina hepatica*, *Ganoderma lucidum*), причем вид *Ganoderma lucidum* также включен в Красную книгу РФ (2008). Здесь находится единственное на Кавказе местонахождение редкого в Европе вида *Rhizoporia hyalina* [3], ранее известного только на древесине *Populus tremula*. Интересной в биогеографическом отношении представляется находка *Botryobasidium curtisii*, описанного с территории юго-западного побережья Каспия [1]. Виды *Junghuhnia fimbriatella* и *Sistotrema resinicystidium*, отмеченные в парке «Самурский», характеризуются приуроченностью к крупномерной валежной древесине лиственных пород и чувствительностью к антропогенным нарушениям [2].

Дальнейшие исследования на основе молекулярно-генетических методов, а также разносезонного мониторинга плодоношений грибов, несомненно, позволят расширить выявленное видовое богатство афиллофороидных грибов не только в пределах рассматриваемой территории, но и Кавказа в целом.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект 23-24-00335).

Список литературы:

1. Ghobad-Nejhad M. et al. A first annotated checklist of corticioid and polypore basidiomycetes of the Caucasus region // *Mycologia Balcanica*. 2009. 6(3). P. 123–168.
2. Volobuev S.V. Aphyllophoroid fungi of the “Samurskiy” national park (Dagestan) // *Микология и фитопатология*. 2020. 54(4). P. 235–243.
3. Volobuev S. V. *Antrodia hyalina* (Polyporales, Basidiomycota), new species to the Caucasus // *Ботанический вестник Северного Кавказа*. 2021. 1. С. 28–34.

DOI: 10.17581/paf2023.49

**Биоэкологические особенности вида *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst**

**Гасина М.И.**

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

*bb-191\_156349@volsu.ru*

В ходе анализа гербарных образцов *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst было выявлено, что данный вид часто определяется ошибочно. При этом характеристика природных изолятов слишком ограничена описанием морфологии базидиом и вегетативной стадии. В связи с недостаточностью информации, касающейся данного вида, а также отличительных свойств экземпляров, произрастающих на разных территориях, необходимо проводить более глубокие исследования.

Впервые проведён анализ штаммов *Ganoderma lucidum* Ростовской области на основе морфологических, генетических, биохимических и молекулярных признаков.

Плодовые тела данного вида от 3 до 10 см диаметре, жёсткие, округлые, почковидные или веерообразные с боковой или центральной ножкой. Поверхность мягко изгибается, внешне гладкая, волнистая, имеется множество концентрических колец роста разных оттенков. Сердцевина на срезе бело-охряная. Мякоть деревянистая, без вкуса и запаха. Поры беловатые, желтеют с возрастом, приобретают бурю окраску. Ножка 3-10 см длиной и 1-2,5 см толщиной, цилиндрическая, твёрдая, явно красно-коричневая и также лакированная. Как раз присутствие такой особенной ножки у данного вида является главным отличительным признаком [1].

Гриб произрастал только в комлевой части *Quercus robur* L., встречался редко.

В результате макроморфологического анализа и анализа скорости роста штаммов было выявлено, что они относятся к III типу колоний. Для определения использовалась классификация Р. Сталперса [2]. Характеристика колонии: зональная с концентрическими кругами, основной цвет светло-коричневый, реверзум тёмно-коричневый, рост довольно медленный (8 мм в сутки).

При микроскопическом анализе наблюдали регулярные пряжки, хламидоспоры, димитическую гифальную систему.

Также были подобраны оптимальные условия для роста штаммов. Так, для *G. lucidum* самая благоприятная температура 25°C, при этом должна поддерживаться высокая влажность.

Список источников:

1. Грибы. Большая Энциклопедия / В. Антонин, К. Франтишек, К. Зденек [и др.]. – Москва, 2005. 368 с.
2. Stalpers J.A. Identification of wood-inhabiting Aphilophorales in pure culture / J.A. Stalpers // Stud. Mycol. – 1978. – № 16. P. 248.

DOI: 10.17581/paf2023.50

## Видовой состав накипных лишайников национального парка «Лосиный остров»

Гудкова Е.П.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*katy.gudkova@yandex.ru*

Национальный парк (далее НП) «Лосиный остров» является одним из старейших в России и занимает почти 13 000 га. Треть его территории лежит в черте г. Москва (Лосиноостровский и Яузский лесопарки), а две трети – относятся к Московской области (Алексеевский, Лосинопогонный, Мытищинский и Щелковский лесопарки). Областная часть НП плотно окружена населенными пунктами, таким образом весь лесной массив подвергается высокому уровню антропогенной нагрузки.

Целенаправленные лихенологические исследования в «Лосином острове» развиваются с 90-х годов XX в., и на 2022 г. для парка был известен 81 вид накипных лишайников и близких к ним грибов, из которых 74 для городской территории и всего 28 видов – для областной [1]. Данная разница объясняется тем, что большинство работ проводилось именно в черте города.

Нами была обследована областная часть НП, в результате чего список накипных лишайников областной части расширен до 51, а общий список – до 89 видов. Особенно важной является находка *Arthonia dispuncta*, поскольку этот лишайник впервые отмечается нами для территории всей Московской области [2]. В России *A. dispuncta* ранее была известна только для территорий Центрального Черноземья, Карелии и Сахалина.

Интересны находки лишайников из группы калициоидных: *Chaenotheca hispidula* и *Ch. stemonea*, являющихся видами-индикаторами старовозрастных лесных и парковых сообществ Северо-Запада европейской части России и/или биологически ценных лесных ландшафтов в подзоне хвойно-широколиственных лесов Центральной России [3].

В спектр ведущих родов входят *Lecanora*, *Chaenotheca* и *Lecania*, характерные для лесной экологии. Однако наибольшей распространенностью при этом обладают *Lecanora symmicta*, *Lepraria elobata* и *L. finkii*, встретившиеся во всех лесопарках, а также *Hypocenomyce scalaris* и *Graphis scripta*, обнаруженные в трех из четырех лесопарков. Это связано с их легко заметным внешним видом.

Отдельные лесопарки отличаются друг от друга как по набору выявленных видов, так и по видовому богатству: наименьшее число видов (9) отмечено в Лосинопогонном лесопарке, а наибольшее (35) – в Алексеевском. Разница в числе видов оказывает существенное влияние на процент сходства. Значение коэффициента Сьеренсена для областных лесопарков НП находится в диапазоне от 36% до 53%, что для столь близко расположенных территорий довольно мало. Подобная картина может объясняться как недостаточной обследованностью территории, так и различием наборов биотопов лесопарков.

Список литературы:

1. Мучник Е.Э. О разнообразии лишенобиоты национального парка «Лосиный остров» (Московский регион, Россия) // Вопросы лесной науки. 2022. 5(3).
2. Бязров Л.Г. Видовой состав лишенобиоты Московской Области. Версия 2. 2009. URL: [http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov\\_msk.html](http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov_msk.html) (16.05.2023)
3. Nordic Lichen Flora. Vol. 1. Uddevalla, 1999. 94 p.

DOI: 10.17581/paf2023.51

## Углеродное дыхание грибов белой и бурой гнили

Диярова Д.К.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

*dasha\_d@ipae.uran.ru*

В разложении древесины и древесных остатков принимает участие широкий круг организмов, важнейшими из которых являются ксилотрофные базидиальные грибы – единственные известные организмы, способные к полной биохимической конверсии лигноцеллюлозного комплекса и играющих в силу этого исключительную роль в углеродном цикле лесных экосистем [5, 3]. По характеру разложения основных компонентов древесины (лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы), а соответственно и выделяемых экзоэнзимов, дереворазрушающие грибы принято делить на две основные физиологические группы – лигнинразрушающие и целлюлозуразрушающие, или грибы белой и бурой гнили [2, 4, 5]. Эти группы грибов имеют ряд очевидных различий – например, по скорости роста, активности ферментов и интенсивности разложения древесины [4]. По количественному соотношению видов белой и бурой гнили на долю последних приходится лишь небольшая часть от общего числа дереворазрушающих базидиомицетов – 7% в Северной Америке, 10% в Европе и около 15% в России. Из них подавляющее большинство встречается преимущественно или только на древесине хвойных пород – от 60 до 82%, и в целом представителей грибов бурой гнили по распространению можно назвать бореальными [1, 6, 7].

Как показывают наши экспериментальные данные, средние значения CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности древесных остатков, разлагаемых грибами белой и бурой гнили, существенно различаются и составляют 0.13±0.01 мг CO<sub>2</sub> / г / ч (*n* = 74) и 0.06±0.01 мг CO<sub>2</sub> / г / ч (*n* = 22), *p* < 0.01, также различается (*p* < 0.01) и дыхательная активность их базидиокарпов – 1.08±0.14 мг CO<sub>2</sub> / г / ч (*n* = 74) и 2.66±0.53 мг CO<sub>2</sub> / г / ч (*n* = 22) соответственно. Изучение дыхательного газообмена двух эколого-физиологических групп грибов – белой и бурой гнили, являющихся основными деструкторами лиственных и хвойных древесных остатков, позволит более адекватно оценить роль лиственных и хвойных лесов как природных эмитентов парниковых газов.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проект 22-24-00970).

Список литературы:

1. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып. 2. СПб.: Наука, 1998. 391 с.
2. Гартиг Р. Болезни деревьев / под ред. М. Турского. М.: Моск. гос. ун-т леса, 1874. 256 с.
3. Мухин В.А., Воронин П.Ю. Микогенное разложение древесины и эмиссия углерода в лесных экосистемах // Экология. 2007. № 1. С. 24–29.
4. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов. М.: Лесная промышленность, 1967. 275 с.
5. Gilbertson R.L. Wood-rotting fungi of North America // Mycologia. 1980. Vol. 72, № 1. P. 1–54.
6. Gilbertson R.L., Ryvarden L. North American Polypores, vol. 2: Megasporia–Wrightoporia. Oslo, Fungiflora A/S, 1987. P. 437–885.
7. Ryvarden L., Gilbertson R.L. European Polypores. Pt. 1 (Abortiporus-Lindtneria) Oslo: Fungiflora, 1993. 387 p.

DOI: 10.17581/paf2023.52

**Ростовой и биосинтетический потенциалы макромицетов национального парка Та Дунг  
(Социалистическая республика Вьетнам)**

**Жердев Д.В.<sup>1</sup>, Фам Х.З.<sup>2</sup>, Псурцева Н.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург,  
Россия;

<sup>2</sup>Совместный Российско-Вьетнамский тропический научно-исследовательский и  
технологический центр, Ханой, Вьетнам;

<sup>3</sup>Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия.

*dimazzherdev@gmail.com*

Национальный парк Та Дунг, расположенный к северо-востоку от Хошимина, обладает большим и неисследованным разнообразием грибов. В октябре 2022 г. участниками совместной Российско-Вьетнамской микологической экспедиции на территории этого нацпарка была обследована микобиота горных вечнозеленых и смешанных лесов. С целью сохранения биоразнообразия грибов *ex situ* и дальнейшего изучения их ростового и биосинтетического потенциалов проводили выделение макромицетов в чистую культуру. Верификация полученных культур была проведена путем генотипирования (по ITS-участку) 41 штамма. Все аутентичные штаммы введены в фонд Коллекции культур базидиомицетов БИН РАН с присвоением им номеров LE-VIN и помещением на хранение тремя способами. Ферментативную активность оценивали экспресс методами. Результаты изучения линейной скорости роста и активности окислительных и целлюлолитических ферментов показали большую вариабельность данных. Сочетанием высоких показателей этих признаков отличались штаммы *Microporus xanthopus*, *Hypochnicium* aff. *geogenium* и *Duportella tristicula*. В результате полученных характеристик были выявлены перспективные для биотехнологических исследований виды, представляющие микобиоту нацпарка Та Дунг.

DOI: 10.17581/paf2023.53

## Лихенобиота Самурского леса и ее вклад в разнообразие лихенобиоты Дагестана

Исмаилов А.Б.

Горный ботанический сад ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия

*i.aziz@mail.ru*

На западном побережье Каспийского моря, в дельте реки Самур, произрастает лиановый лес, в котором встречается значительное количество гирканских элементов и редких видов сосудистых растений. Для их охраны создана ООПТ “Дельта Самура” (10133 га), которая является низменным кластером Национального парка “Самурский”. Климат здесь переходный от умеренного к субтропическому. Древостой сформированы грабовыми, дубово-грабовыми, тополевыми массивами, с участием вяза, клена, ольхи, боярышника и т.д. Отличительной особенностью Самурского леса являются лианы, которые наиболее развиты на открытых участках (*Humulus lupulus*, *Clematis orientalis*, *Lonicera caprifolium*, *Smilax excelsa*) или под пологом леса (*Clematis vitalba*, *Hedera pastuchowii*, *Periploca graeca*, *Vitis sylvestris*).

Лихенофлора Самурского леса интересна своим разнообразием и произрастанием специфичных таксономических групп, не отмеченных в других районах Дагестана. На данном этапе исследований здесь выявлено около 150 видов лишайников, среди которых, также, виды из группы лихенофильных и систематически близких нелихенизированных грибов. Они относятся к 77 родам и 37 семействам. Высокое разнообразие отмечено в семействах *Arthoniaceae* (10 видов), *Lecanoraceae* (15), *Physciaceae* (11), *Ramalinaceae* (15), *Rocellaceae* (10), *Teloschistaceae* (14). Данный спектр семейств отличает изученные местообитания от других лесных массивов Дагестана, в которых преобладают представители семейства *Parmeliaceae*. Отличия прослеживаются и по высокой доле лишайников с фотобионтом *Trentepohlia* (около 28% от состава).

Большая часть видов выявлена на грабе и дубе, на которых отмечены и специфичные этим породам таксоны (например, *Agonimia borysthenica*, *Arthonia spadicea*, *Coniocarpon cinnabarinum*, *Lecanographa lyncea*, *Pachnolepia pruinata*). В старовозрастных тополеватниках найдены виды *Arthonia exilis*, *Caloplaca ulcerosa*, *Candelariella superdistans*, *Lecania fuscella*, *Lecanora populicola* и обнаружено единственное известное в России местообитание вида *Dirina ceratoniae*. Определенный комплекс видов связан с прибрежной кустарниковой растительностью, например, *Athallia skii*, *Caloplaca ulcerosa*, *Lecanora hagenii*, *L. sambuci*. На мертвой древесине разной стадии разложения (гнилые пни, стволы и т.д.) отмечены виды-эпиксилы, такие как *Calicium glaucellum*, *C. salicinum*, *Chaenotheca brunneola*, *C. trichialis*, *Chaenothecopsis pusilla*, *Lecanora saligna*, *Micarea micrococca*, *M. pusilla*, *M. prasina*, *Mycocalicium subtile*, *Placynthiella dasaea*, *P. icmalea*. Некоторые наши находки относятся к редким и уязвимым видам, видам-индикаторам старовозрастных низменных лесов (например, *Arthonia byssacea*, *Arthothelium spectabile*, *Vactrospora dryina*, *Caloplaca lucifuga*, *Gyalecta truncigena*, *Lecanographa lyncea*, *Pachnolepia pruinata*, *Pyrenula chlorospila*).

Из числа выявленных, 53 вида, включая представителей из 14 родов, известны в Дагестане только из Самурского леса. Например, 9 из 10 представителей семейства *Rocellaceae*, известные в Дагестане, отмечены только в Самурском лесу. Из 24 видов, занесенных в Красную книгу Дагестана, 6 видов произрастают только в Самурском лесу (*Chaenotheca hispidula*, *Coniocarpon cinnabarinum*, *Enterographa hutchinsiae*, *Inoderma byssaceum*, *Lecanographa lyncea*, *Sclerophora farinacea*).

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00335, <https://rscf.ru/project/23-24-00335>».

DOI: 10.17581/paf2023.54

## Видовое разнообразие микобиоты микрорайона Гумрак (г. Волгоград)

Куницына И.М., Курагина Н.С.

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

*kunicynainna2004@gmail.com, kuragina23@mail.ru*

Изученность видового состава микобиоты Волгоградской области имеет фрагментарный характер. При этом в микрорайоне Гумрак вообще не проводилась даже частичная инвентаризация грибов, имеются только отрывочные сведения об их видовом составе, причём не подтвержденные гербарными образцами. Это указывает на необходимость планомерного изучения микобиоты данной территории.

Микрорайон Гумрак входит в состав Дзержинского района г. Волгограда. На его территории располагается аэропорт.

Полевые исследования осуществлены в 2022-2023 гг. с апреля по ноябрь. Идентификация собранного материала осуществлялась с использованием традиционных методов световой микроскопии (бинокулярный микроскоп Микмед-5, камера Levenhuk C510 NG). При определении видовой принадлежности образцов были использованы работы российских и зарубежных микологов [1-6].

В результате проведённых микологических исследований на территории микрорайона Гумрак выявлен 51 вид грибов, относящихся к 7 порядкам, 25 семействам, 51 роду. Анализ таксономической структуры макромицетов показал, что наибольшим видовым богатством отличается порядок *Polyporales* – 12 видов (45% от общего числа видов), а также семейство *Polyporaceae* – 12 видов.

Трофическая структура грибов посёлка Гумрак характеризуется доминированием сапротрофов – 19 видов, развивающихся преимущественно на почве и на древесине разных стадий разложения. Наибольшее количество видов из всех найденных дереворазрушающих грибов приурочено к *Populus nigra* L. – 4 вида (*Schizophyllum commune* (Fr.), *Schizophyllum amplum* (Lév.) Nakasone, *Sarcodontia spumea* (Sowerby) Spirin, *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson).

Список литературы:

1. Бондарцева, М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Санкт-Петербург, 1998. 391 с.
2. Гарибова, Л.В. Популярный атлас-определитель. Москва, 2009. 350 с.
3. Кибби Дж. Атлас грибов: определитель видов. Санкт-Петербург, 2009. 269 с.
4. Переведенцева, Л.Г. Определитель грибов (агарикоидные базидиомицеты). Москва, 2015. 119 с.
5. Поленов, А.Б. Грибы. Карманный атлас-определитель. Москва, 2014. 256 с.
6. Уханова, И.А. Грибы России. Ульяновск, 2007. 340 с.



DOI: 10.17581/paf2023.55

## Биологический мониторинг микобиоты в зоне деятельности предприятий г. Волгограда

Латенко С.В., Курагина Н.С.

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

*bb-211\_425952@volsu.ru, kuragina23@mail.ru*

Необходимость подобного исследования обусловлена тем, что промышленные предприятия, занимающиеся производством любой продукции, выбрасывают в атмосферу множество загрязняющих веществ. Все они впитываются окружающей средой, в том числе и грибами, которые накапливают и аккумулируют Cd, Cu, Zn, Hg и другие элементы. Поэтому употребление даже съедобных видов грибов, произрастающих на данной территории, может привести к тяжёлым отравлениям.

АО ВМК «Красный октябрь» это один из главных производителей качественного металлопроката специальных марок стали для предприятий автомобилестроения и авиационной промышленности, нефтяного, химического и энергетического машиностроения, нефтегазодобывающей промышленности в РФ.

Микологические сборы проводились с сентября 2022 г. по апрель 2023 г. Было найдено более 100 образцов грибов. В работе были использованы стандартные полевые методы исследования, методы микроскопического анализа образцов. Для выявления видовой принадлежности грибов применялись определители российский и зарубежных авторов [1-9].

В ходе микологических исследований выявлено 22 вида грибов, относящихся к 6 порядкам, 16 семействам и 19 родам. Преобладающим по числу видов является порядок *Agaricales* (11 видов), на втором месте – *Polyporales* (5).

Трофическая структура микобиоты характеризуется абсолютным доминированием сапротрофов, которые поселяются на валежных стволах и ветвях. Только два вида *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél. и *Sarcodontia spumea* (Sowerby) Spirin проявляют патогенные свойства.

Наибольшее количество базидиомицетов было зафиксировано на *Ulmus laevis*, что возможно объясняется его преобладанием в древостое в СЗЗ АО ВМК «Красный Октябрь».

Список литературы:

1. Бондарцев А.С. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения. Ленинград, 1950. 45 с.
2. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Санкт-Петербург, 1998. 391 с.
3. Булгаков К.Г. Малоизвестные съедобные грибы. Москва, 2012. 420 с.
4. Гарибова Л.В. Популярный атлас-определитель. Грибы. Москва, 2009. 350 с.
5. Кибби Дж. Атлас грибов: определитель видов. Санкт-Петербург, 2009. 269 с.
6. Ниемеля Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России. Хельсинки, 2001. 120 с.
7. Переведенцева Л.Г. Определитель грибов (агарикоидные базидиомицеты). Москва, 2015. 119 с.
8. Поленов А.Б. Грибы. Карманный атлас-определитель. Москва, 2014. 256 с.
9. Уханова И.А. Грибы России. Москва, 2007. 320 с.
10. Храмцов А.К. Альгология и микология. Минск, 2008. 26 с.

DOI: 10.17581/paf2023.56

## Первые находка *Alternaria brassicae* Sacc. на сельскохозяйственных культурах Узбекистана

Мамазарова К.С., Турабоев М.Б.

Институт ботаники, АН РУз, Ташкент, Узбекистан

*karomat.3005@mail.ru*

Увеличение сельскохозяйственного производства необходимо для обеспечения глобальной продовольственной безопасности и продовольствия для растущего населения. В мире 68 % потерь сельскохозяйственной продукции приходится на различные вредители и болезни (микробные болезни - 16 %, животные и насекомые - 18 %, сорняки - 34 %, патогенные грибы - 70-80 %) [1].

Учитывая, что Узбекистан является регионом, специализирующимся на агрокультуре, основная доля потребляемых сельскохозяйственных продуктов приходится на территорию республики.

В проведенных исследованиях 2021-2022 гг., хозяйственно важных культурных растений Наманганской области, выявлено патогенных грибов из секции Ascomycota (44 вида; 88%), Basidiomycota (3; 6%) , и Oomycota (3; 6%), относящихся на 16 порядкам, 19 семействам, 50 видам, принадлежащих к 28 семействам, 4 формам и 1 вариация. Из них впервые найдено на полях капусты, редьки и репы Уйчинского района *Alternariae brassicae* Sacc. которая широко распространен на листьях, почти на всех участках. Альтернариоз является мощным вредителем овощных культур, особенно семейства томатных и капустных, однако до настоящего времени на территории Узбекистана этот возбудитель в научных источниках не регистрировался.

Если не контролировать болезнь альтернариоза *A. brassicae* Sacc. у крестоцветных то может нанести серьезный ущерб капусте (*Brassica oleracea* var. *capitata*) и репке – (*Raphanus sativus*). Начальными симптомами являются небольшие круглые темные пятна на поверхности листьев. По мере того, как пятна увеличиваются, внутри поражений образуются концентрические кольца, которые часто окружены желтым ореолом, что приводит к сильной дефолиации. Возбудитель заболевания распространяется разными способами.

По данным Новицкого зараженные семена со спорами на семенной оболочке или мицелием под семенной оболочкой являются основным путем распространения этих патогенов. Гриб может зимовать на восприимчивых сорняках или растительных остатках, а также на семенных растениях, а также на побегах [2].

Растения поражаются конидиями *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh., *A. raphani* Groves & Skolko и *A. alternata* (Fr.) Kreissler. Патогены имеют широкий спектр хозяев, таких как кочанная капуста, пекинская капуста, цветная капуста, брокколи и другие крестоцветные, включая культурные и дикорастущие растения. В Узбекистане патоген распространен на полях Наманганский НИС.

Список литературы:

1. Oerke EC (2006) Crop losses to pests. J Agric Sci 144:31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

2. Новицкий М. И др. Альтернариозная черная пятнистость крестоцветных: симптомы, значение болезни и перспективы селекции на устойчивость. Журнал исследований плодовых и декоративных растений, том 76, №1, 2012 г., стр. 5-19. <https://doi.org/10.2478/v10032-012-0001-6>

DOI: 10.17581/paf2023.57

## К истории изучения лишайников рода *Acarospora* A. Massal.

Панькова В.В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*V*Pankova@binran.ru

Род *Acarospora* A. Massal. семейства Acarosporaceae Zahlbr. насчитывает около 200 видов, распространенных по всему миру [7].

Одним из первых описаний можно считать описание вида *Lichen flavus*, сделанное Bellardi [3]. Данный вид длительное время рассматривался в пределах рода *Acarospora*, однако, сейчас относится к близкому роду *Pleopsidium* Körb. Первые валидные описания нескольких современных видов рода *Acarospora* были опубликованы E. Acharius [2]. Например, *Endocarpon sinopicum* Wahlenb. in Ach. (современное название *Acarospora sinopica* (Wahlenb.) Körb.) и *Parmelia hysgina* Wahlenb. in Ach. (*Acarospora hysgina* (Wahlenb.) H. Magn.). До выделения рода *Acarospora* описанные виды были распределены по различным родам, среди них *Endocarpon*, *Lecanora*, *Urceolaria*.

Род *Acarospora* был описан A. Massalongo в 1852 г. на основании многоспоровых сумок [5]. В данный род он объединил виды, которые в настоящее время относятся к разным родам: *Endocarpon smeragdulum* Wahlenb. in Ach. (современное название *Myriospora smaragdula* (Wahlenb.) Nägeli ex Uloth), *Lecanora chlorophana* Ach. (*Pleopsidium chlorophanum* (Wahlenb.) Zopf), *Lecanora oxytona* Ach., *Lichen cervinus* Pers. in Ach. (описание не валидно), *Urceolaria schleicheri* Ach. (*Acarospora schleicheri* (Ach.) A. Massal.), а также описал новый вид - *Acarospora veronensis* A. Massal. В дальнейшем большой вклад в изучение данного рода внес H. Magnusson. Он провел крупную монографическую обработку рода [4]. По данным IndexFungorum (indexfungorum.org) сейчас существует 409 номенклатурных комбинаций с участием Magnusson. Последующие систематики во многом опираются на его работы. Н. С. Голубкова, проводившая обработку семейства Acarosporaceae в СССР [1], придерживалась разделения рода на секции *Acarospora*, *Erithallia*, *Xanthothallia*, предложенные Magnusson [4]. Современные исследования показали, что род *Acarospora* является парафилетическим [6] с ядром *Acarospora* s. str. На основании таксономических ревизий рода *Acarospora* были выделены следующие рода: *Caeruleum* K. Knudsen & Arcadia, *Myriospora* (Ach.) Nägeli, *Timdalia* Hafellner.

Список литературы:

1. Голубкова Н. С. Лишайники семейства Acarosporaceae Zahlbr. в СССР. Ленинград. 1988. 136 с.
2. Acharius E. Methodus, qua omnes detectos lichenes secundum organa carpomorpha ad genera. Stockholm. 1803. 393 pp.
3. Bellardi L. Appendix ad floram pedemontanam. Turin. 1792. 93 pp.
4. Magnusson A.H. A monograph of the genus *Acarospora*. Stockholm. 1929. 7. 400 pp.
5. Massalongo A. B. Ricerche sulla autonomia dei licheni crostosi. Verona. 1852. 375 pp.
6. Wedin M. et al. Phylogenetic relationships of Lecanoromycetes (Ascomycota) as revealed by analyses of mtSSU and nLSU rDNA sequence data // Mycological Research. 2005. 109. P. 159–172.
7. Wijayawardene N. N. et al. Outline of Fungi and fungus-like taxa // Mycosphere. 2020. 11(1). P. 1060-1456.

DOI: 10.17581/paf2023.58

## Эколого-физиологическая характеристика доминантных видов лишайников сосновых лесов Средней Сибири

Полосухина Д.А., Прокушин А.С.

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

Институт экологии и географии, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

*dana\_polo@mail.ru*

Потенциальное воздействие парниковых газов на глобальный энергетический бюджет и будущий климат обуславливает необходимость количественной оценки наземных источников и поглотителей углерода [3, 5]. Лишайники, создавая сложную синузильную структуру в экосистемах северных широт являются доминантами и со доминантами в местообитаниях с экстремальными экологическими условиями [2], потребляя около 14.3 млрд тонн атмосферного CO<sub>2</sub> [4].

В данном исследовании дается эколого-физиологическая характеристика лишайников путем измерения показателей чистого фотосинтеза, темнового дыхания, а также количественного определения фотосинтетических пигментов. Район исследования расположен на территории Средней Сибири в зоне охвата станции высотной мачты ZOTTO (60 ° N, 89 ° E). Объекты исследования - доминанты мохово-лишайникового яруса: *Cladonia stellaris* O., *Cladonia rangiferina* L., *Cetraria islandica* L.. Интенсивность фотоассимиляции CO<sub>2</sub> определяли на инфракрасном газоанализаторе Walz GFS-3000 (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Германия). Определение содержания фотосинтетических пигментов производилось согласно методике Барнеса [1] с дальнейшим анализом спектров поглощения спектрофотометра Varian Cary 100 (Agilent Corp., США).

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа статистически значимой разницы в значениях фотосинтеза между изучаемыми видами лишайников не выявлено ( $p=0.9411$ ), однако наблюдается сезонная динамика ( $p=0.0001$ ) на протяжении всего периода измерений. В среднем за сезон интенсивность фотоассимиляции (А, мкмоль м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>) составляла для изучаемых видов лишайников  $1.8 \pm 0.072$  мкмоль м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>. Наибольшая вариация значений характерна виду *C. stellaris*, от  $0.11 \pm 0.02$  мкмоль м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup> в июне до  $3.58 \pm 0.07$  мкмоль м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>.

Исследование выполнено при финансовой поддержке важнейшего инновационного проекта общегосударственного значения: «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (№123030300031-6). Натурные наблюдения и обработка исходных данных выполнены при поддержке Российской академии наук в рамках государственного задания (№FWES-2021-0008 и № FWES-2021-0041) Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН.

Список литературы:

1. Barnes J. D. et al. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants //Environmental and Experimental botany. 1992. Т. 32. №. 2. P. 85-100.
2. Elbert W. et al. Contribution of cryptogamic covers to the global cycles of carbon and nitrogen // Nature Geoscience. 2012. V. 5. P. 459-462.
3. Koven C. et al. 23rd Century surprises: Long-term dynamics of the climate and carbon cycle under both high and net negative emissions scenarios //Earth System Dynamics Discussions. 2021. P. 1-32.
4. Porada P. et al. A research agenda for nonvascular photoautotrophs under climate change //New Phytologist. 2023. Т. 237. №. 5. P. 1495-1504.
5. Ryu Y., Berry J. A., Baldocchi D. D. What is global photosynthesis? History, uncertainties and opportunities //Remote sensing of environment, 2019. V. 223. P. 95-114.

DOI: 10.17581/paf2023.59

**Эксперимент по годовой культивации миксомицетов во «влажных камерах» для установления полноты скрытого разнообразия малых водно-болотных экосистем Западного Татарстана (Россия)**

**Садыков Р.Э., Потапов К.О.**

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*rsadykov975@gmail.com*

«Влажные камеры» – один из основных методов изучения миксомицетов, направленный на установление скрытого разнообразия. В его основе лежит длительное содержание потенциальных микроместообитаний в закрытой влажной среде для получения плодовых тел и плазмодиев, тем самым моделируя наиболее благоприятное состояние по основному лимитирующему фактору – влажности. Большинство обнаруживаемых этим методом видов не отмечаются при полевых исследованиях, что говорит о необходимости использования его при установлении полного состава биоты территории.

Считается, что появление новых видов прекращается после 60-90 дней культивации [1], однако деструктивное преобразование среды продолжается и в последующие периоды, что является теоретическим потенциалом для активации трофической активности и спороношения видов других экологических ниш.

В октябре 2021 года для культивации была отобрана мертвая растительная фракция, а также кора живых деревьев и кустарников с территории двух охраняемых водно-болотных экосистем: сфагнового болота на оз. Малое Глубокое (55.846789°N, 48.963113°E) и затопляемого берега р. Казанка (55.802587°N, 49.157835°E). Культивация проводилась в течение 1 года с микроскопическим осмотром культур каждые 7-10 дней. Заложено по 10 «влажных камер». Определение реакции микроместообитаний устанавливалось потенциометрически.

Так, получено 44 вида, из которых 22 отмечены впервые для Республики Татарстан. Редкими для России и мира можно назвать *Licea erecta* var. *erectoides* (1 находка в РФ), *Didymium karstensis* (1), *Echinostelium microsporium* (1), *Physarum spectabile* (2). Некоторым видам – *Licea* sp., *Perichaena* sp. – свойственно неясное таксономическое положение. Описан новый вид [2]. Локалитеты сильно различны между собой по составу биоты, коэффициент Сьеренсена-Чекановского составил 0.07. Основа различий – разнообразный состав микроместообитаний. Кроме того, виды обладают хронометрическим расхождением: с 40 по 120 день было отмечено появление лишь 1 вида, то есть на протяжении этого времени исчезли виды ранней активности, а со 120 по 360 дни произошла практически полная смена видового состава миксомицетов в культурах. С этим коррелировало изменение степени разложения и кислотности субстратов. При этом, редкие виды были отмечены с кластера «поздних».

Таким образом, высокое видовое разнообразие сравнительно небольшого количества микроместообитаний, хронометрическое расхождение и обнаружение редких видов могут говорить о необходимости проведения более длительного культивирования. Однако экстраполяция данных на все типы экосистем может иметь упорядоченный характер только при проведении последующих исследований.

Список литературы:

1. Gilbert, H.C., Martin, G.W. Myxomycetes found on the bark of living trees // University of Iowa Studies in Natural History, 1933, 15, 3-8.
2. Sadykov R.E., Potapov K.O. New dark species of Cribraria (Myxomycetes) from wetland ecosystem in Tatarstan (Russia) // Phytotaxa, 2023, 591 (3): 234-238.

DOI: 10.17581/paf2023.60

## Семейство Entomophthoraceae в России: история исследований и современное состояние изученности.

Самойлова Е.В.

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург,  
Россия

*elizavetasamojlova@gmail.com*

Представители грибов семейства Entomophthoraceae - это облигатные внутривидовые паразиты насекомых. Группа включает в себя 11 родов по Outline of fungi.

На территории нашей страны первые упоминания семейства встречаются в работах Сорокина (1883 г). Ранние исследования включали в себя описание видового разнообразия [2,4,5,7] и описания новых видов грибов [6] в местах массовых эпизоотий насекомых-вредителей. На территории СССР были изданы 2 подробных определителя энтомопатогенных грибов под авторством Э.З.Коваль (1974) и А.А. Евлаховой (1974). С 1960-х годов активно изучались энтомофторозы различных видов тлей в работах Э.Г. Ворониной и Г.Р. Леднева. Исследования были направлены на разработку способов применения патогена в методах биологической борьбы с вредителями.

В XXI веке исследования все также фиксируют нахождение видов семейства на территории страны [1,3].

Большинство представителей определяются методами сравнительной морфологии и приуроченности к хозяину. Цитологические исследования проводились с 1906 г (Olive EW) и позднее в 1980-х были подробно пересмотрены в работах Хамбера (Humber, 1981, 1984, 1989). Молекулярные исследования проводились с 1990-х годов, современные исследования направлены на изучение филогении семейства и его родов [8,9].

Список литературы:

1. Багачанова А.К., Евдокарлова Т.Г., Ермакова Ю.В., Новиков Д.А. Естественные враги и болезни саранчовых (*Orthoptera: acrididae*) в центральной Якутии. Вест. защ. раст., 3, 2006, с. 44—46.
2. Беспятова Л.А. Возбудители микозов слепней таежной зоны Карелии. Санкт-Петербург, Пушкин, 1995. 23 с.
3. Дубровин В.В., Младенцев В.Е. Выявление ключевого фактора смертности в популяционной динамике златогузки (*Euproctis chrysorroea* L). ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2021. 51с.
4. Еремеева А. М. *Entomophthora sphaerosperma* Fres. на гусеницах капустницы и на яблочной медянице. Болезни растений, № 2-3, 1925, с. 100-103.
5. Куприянова, Е.С., Аксенова, А.С., Ермакова, РМ. Энтомофтороз *Culex pipiens* (*Culicidae*), размножающийся в подвалах. Паразитология, XIII, 3, 1979, с. 192—197. 259 с.
6. Лавров Н. Н. Микологические заметки. 1. Новый вид *Tarichium*, паразитирующий на капустной совке. Заметки по фауне и флоре Сибири, вып. 16, Томск, 1949, с. 65—67.
7. Ячевский А.А. Грибные паразиты насекомых. Ежегодник све-дений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений, V II—V III, Пгр., 1917, с. 444—448.
8. Elya C, de Fine Licht NH. The genus *Entomophthora*: bringing the insect destroyers into the twenty-first century// IMA fungus, 2021 - Springer. P 1-31.
9. Gryganskyi AP, Humber RA, Smith ME et al. Molecular phylogeny of the *Entomophthoromycota* // Mol Phylogenet Evol. 2012. 65:682—694.

DOI: 10.17581/paf2023.61

**Идентификация возбудителя карликовой головни пшеницы *Tilletia controversa* J.G. Kühn методом полимеразной цепной реакции**

**Уварова Д.А., Сурина Т.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Москва, Россия

*darya.uvarova.93@mail.ru*

Возбудитель карликовой головни пшеницы (*Tilletia controversa* J.G. Kuhn) является карантинным видом для многих стран, а в РФ включен в перечень ограниченно распространенных вредных организмов. За счёт поражения колоса растения снижается урожайность и выход зерна. Как правило симптомы болезни появляются на стадии колошения в период восковой спелости, что затрудняет выявление данного патогена в поле на ранних стадиях. При заражении вместо зерна в колосе образуется чёрная сажистая масса телиоспор, сохраняющая оболочку зерновки. Заражённое зерно легко ломается, вызывая распространение миллионов телиоспор, которые засоряют зерно и почву [1].

Головнёвые грибы являются сложной для диагностики группой фитопатогенов как в морфологическом, так и в молекулярно-генетическом плане. Поэтому разработка и оптимизация чувствительных и высокоспецифичных методов является актуальной задачей. В ходе наших исследований была проведена оптимизация режимов для «классической» ПЦР [2,3] и ПЦР в режиме «реального времени» с видоспецифичными праймерами для идентификации *T. controversa* [4]. Данные методы подходят для идентификации возбудителя карликовой головни пшеницы в случае обнаружения целого соруса или большого количества спор в осадке после метода центрифугирования. При лабораторных исследованиях могут попадаться единичные споры, что затрудняет диагностику. Применение цифровой («капельной») ПЦР позволяет определить от одной копии ДНК за счёт генерирования 20 тысяч капель в реакционной смеси и анализа ридером каждой капли.

Целью наших исследований было проверить чувствительность цифровой ПЦР, «классической» ПЦР и ПЦР «в реальном времени». Для этого выделяли ДНК из суспензии спор *T. controversa* в различных концентрациях ( $1,25 \times 10^1$ ;  $1,25 \times 10^2$ ;  $1,25 \times 10^3$ ;  $1,25 \times 10^4$ ;  $1,25 \times 10^5$  спор на мл. Подсчёт спор осуществляли с помощью камеры Горяева) набором «МагноПрайм Фито» (ООО «НекстБио», Россия) с помощью станции для автоматического выделения нуклеиновых кислот «Nexor 32M Fully Automated Nucleic Acid Extractor» («TransGen», Китай) в трёхкратной повторности. Затем проводили «классическую» ПЦР, ПЦР «в реальном времени» и цифровую ПЦР для определения чувствительности методов. В ходе опыта было установлено, что «классическая» ПЦР и ПЦР «в реальном времени» положительно сработали с концентрацией  $1,25 \times 10^4$  и  $1,25 \times 10^5$  спор на мл, а цифровая ПЦР – с концентрацией  $1,25 \times 10^1$  спор на мл. Данные результаты позволяют сделать вывод, что использование цифровой ПЦР возможно при не большом количестве спор в осадке после центрифугирования.

Список литературы:

1. Каратыгин И.В. Возбудители головни зерновых культур. Л.: Наука, 1986;
2. Скрипка О.В., Уварова Д.А. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя карликовой головни пшеницы *Tilletia controversa* Kuhn // М.: ВНИИКР. – 2018;
3. Gao L., Chen W.Q., Liu T.G. Development of a SCAR Marker by Inter-Simple Sequence Repeat for Diagnosis of Dwarf Bunt of Wheat and Detection of *Tilletia controversa* Kühn – *Folia Microbiologica*, 55 (3), 258-264 (2010);
4. Gao L. et al. Development of a SCAR marker for molecular detection and diagnosis of *Tilletia controversa* Kuhn, the causal fungus of wheat dwarf bunt – *World J Microbiol Biotechnol* (2014) 30:3185–3195.

DOI: 10.17581/paf2023.62

**Изучение биологического разнообразия грибов группы порядков Дискомицеты (отдел Ascomycota) на территории антропогенных ландшафтов Новосибирского Академгородка**

**Филимонова Д.А.<sup>1</sup>, Воробьева И.Г.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

*darya.filimonova@gmail.com*

Грибы являются важным звеном экосистем и выполняют в них фундаментальную экологическую роль в качестве деструкторов [6]. Дискомицеты – полифилетическая группа грибов, объединяющая несколько порядков отдела Аскомицеты, представители которой встречаются практически во всех растительных сообществах. Однако сведения о них представлены неравномерно по территории Российской Федерации. Достаточно хорошо эти объекты изучены в Северо-Западной части страны, на Дальнем Востоке, Алтайском крае, Ханты-Мансийском автономном округе [1, 3, 5]. К числу малоизученных регионов относится Новосибирская область, на территории которой было начато изучение указанной группы грибов.

Цель работы – изучение биологического разнообразия дискомицетов на территории антропогенных ландшафтов Новосибирского Академгородка.

Основу почвенного покрова Академгородка составляют дерново-подзолистые почвы [4]. Естественная растительность территории представлена сосновыми и смешанными сосново-березовыми лесами с развитым травяным покровом. Древесные породы представлены четырьмя основными видами: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh., *Populus tremula* L. [2].

К настоящему времени на территории антропогенных ландшафтов Новосибирского Академгородка собрано и проанализировано 124 образца грибов, относящихся к группе порядков Дискомицеты. Идентифицированы представители 31 рода (*Ascobolus*, *Bisporella*, *Calloria*, *Chlorociboria*, *Ciboria*, *Crocicreas*, *Disciotis*, *Dumontinia*, *Geopyxis*, *Gyromitra*, *Helvella*, *Humaria*, *Hyaloscypha*, *Hymenoscyphus*, *Lachnellula*, *Lachnum*, *Leotia*, *Microstoma*, *Mollisia*, *Neobulgaria*, *Paragalactinia*, *Peziza*, *Pithya*, *Pseudopithyella*, *Pseudorhizina*, *Sarcosoma*, *Scutellinia*, *Sowerbyella*, *Strobiloscypha*, *Tarzetta*, *Verpa*), относящиеся к 16 семействам, 3 порядкам, 2 классам. Анализ экологической приуроченности исследованных дискомицетов к субстрату показал, что большая часть грибов предпочитает древесину различной степени разложения (55,2%), 26,4% дискомицетов произрастает на почве, 10,4% – на листовом опаде, 3,2% – на шишках, 2,4% – на экскрементах, 1,6% было найдено на пнях и 0,8% – на живом дереве.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на территории антропогенных ландшафтов Новосибирского Академгородка данная группа грибов весьма разнообразна в таксономическом и экологическом плане. Исследование микобиоты на территории Новосибирской области будет продолжено.

Список литературы:

1. Богачева А. В. Новые и интересные находки дискомицетов на территории Хабаровского края // Биота и среда заповедных территорий. 2018. № 2. С. 41–53.
2. Лящинский Н.Н. и др. Очерк растительности / Динамика экосистем Новосибирского Академгородка / отв. ред. И.Ф. Жимулёв; рос. акад. наук, Сиб. отделение, Ин-т молекулярной и клеточной биологии (и др.). Новосибирск: Издательство СО РАН, 2013. С. 85-104
3. Попов Е. С. Дискомицеты Северо-Запада европейской части России (Ленинградская, Новгородская, Псковская области, г. Санкт-Петербург): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24. СПб, 2005. 22 с.



4. Сысо А.И. и др. Почвенный покров новосибирского Академгородка и его эколого-агрономическая оценка // Сибирский экологический журнал, 2010. т. 17. № 3. С. 363–378.

5. Филимонова Д. А., Воробьева И. Г. Современное состояние изученности грибов группы порядков Discomycetes (отдел Ascomycota) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. Том 8 (74). 2022. № 1. С. 188–204.

6. Vu D. et al. Neural networks improve fungal classification. *Sci Rep* 10, 12628 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69245-y>

DOI: 10.17581/paf2023.63

## Изучение эффективности применения естественных субстратов для наработки мицелия микоризообразующих грибов

Хархасова И.А., Константинов А.В., Острикова М.Я., Пантелеев С.В., Коваленко С.А.

Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь

*harhasova18@mail.ru*

Одним из направлений экологизации лесного хозяйства выступает разработка методов сохранения почвенного плодородия в лесных питомниках. Существенное влияние на повышение качества сеянцев лесных пород и их приживаемость в условиях плантационных культур может оказывать сформированная микориза, способствующая оптимизации минерального питания и водного обмена растений. Искусственная микоризация может осуществляться за счет внесения в субстраты компостов, инокулированных штаммов базидиальных грибов с высокой биологической активностью, в связи с чем, требуется разработка методики наработки достаточно больших объемов мицелия на основе чистых культур грибов, что и являлось целью наших исследований.

При проведении экспериментов чистые культуры были взяты из коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси: FIB-469 – *Coprinellus disseminatus* (Pers. Gray 1821), FIB-332 – *Morchella importuna* (M.Kuo, O'Donnell, T.J.Volk, 2012, ранее комплекс видов *M. conica*), FIB-395 – *Lycoperdon pyriforme* (Schaeff., 1774), FIB-445 – *Macrolepiota procera* (Scop., Gray, 1821), FIB- 432 – *Paxillus cuprinus* (Jargeat, Gryta, Chaumeton&Vizzini, 2014) ранее комплекс *P. involutus*), а также иницированы через накопительную культуру на зерновом субстрате с фрагментов корней сосны обыкновенной (штамм *Coprinellus domesticus* (Bolton., Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson 2001) или введены из фрагментов базидиом (штамм *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. 1838) Штаммы генетически верифицированы и депонированы в базу NCBI.

Подготовку лабораторной посуды и инструментов, а также посев материала проводили согласно общепринятым методикам микробиологических работ [1]. Для приготовления субстратов зерно овса, сено и ржаную солому предварительно запаривали в течение одного часа, листовой опад промывали. Верховой торф марки «Двина» перебирали для удаления крупных фрагментов. Далее растительные компоненты измельчали и смешивали друг с другом соотношении 1:1 или 2:1 с торфом и автоклавировали 20 минут при 0,5 атм (112°C). Мицелий культивировали на плотной 4% сусло-агаровой среде. Инокуляцию мицелия на субстраты в культуральные сосуды (банки объемом 300 мл) проводили стерильно, перенося агаровые блоки при помощи скальпеля. Культивирование, продолжительностью 15 суток проводили в термостате при температуре 24°C. Все опытные варианты включали три повторности.

В результате работы было выявлено, что на субстратах из сена и его смеси с листовым опадом отмечен рост мицелия двух видов грибов – *Coprinellus domesticus*, *Macrolepiota procera* и *Morchella importuna*, занявших в конце периода культивирования 85% и 100% объема субстрата соответственно. Указанные виды так же заняли более 80% объема всех апробированных субстратов, включая торфяные. Отмечено, что, при использовании на субстратах с соломой развивающийся мицелий визуально был плотнее, чем в вариантах с использованием сена. Обрастания мицелием гриба *Paxillus cuprinus* субстратов из зерна, сена и соломы не выявлено. Ни в одном из опытных вариантов не отметили рост мицелия штамма *Paxillus involutus*.

Таким образом, штаммы *Coprinellus domesticus* и *Morchella importuna* являются наименее требовательными к виду естественного субстрата, демонстрируя устойчивый рост, в том числе в ходе субкультивирований. Листовой опад является наиболее подходящим для получения мицелия изученных микоризообразующих грибов рода *Coprinellus*, *Morchella importuna*, *Paxillus cuprinus*.

Указанный субстрат с наработанным мицелием можно применять в качестве компонента при получении органоминерального микоризованного компоста.

Список литературы:

1. Trinchera, A., Testani, E., Roccuzzo, G., Campanelli, G., Ciaccia, C. Agroecological service crops drive plant mycorrhization in organic horticultural systems // *Microorganisms*. – 2021. – Vol.9(2). P. 410.

DOI: 10.17581/paf2023.64

## *Colletotrichum nymphaeae* - возбудитель антракноза сельскохозяйственных культур

Цветкова Ю.В.<sup>1,2</sup>, Черноброва А.В.<sup>1</sup>, Камченков А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), Московская область, р.п. Быково, Россия.

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия.

yutska@mail.ru

*Colletotrichum nymphaeae* (Pass.) Aa (Ascomycota, Sordariomycetes, Glomerellaceae) широко распространенный гриб, который встречается как паразит растений, так и эндофит и энтомопаразит. В Бразилии *C. nymphaeae* на цитрусовых широко известен как гриб salmão (лосось) из-за характерного лососево-розового цвета конидиальных масс, проявляющихся на зараженных цитрусовых червцах (*Praelongorthezia praelonga* (Hemiptera: Ortheziidae)) [9].

После дифференциации видов комплекса *Colletotrichum acutatum*, было показано, что *C. nymphaeae* является наиболее вредоносным для растений земляники по сравнению с другими представителями комплекса (*C. fioriniae*, *C. godetiae*, *C. acutatum*) [1, 5]. В последующие годы данный гриб был выявлен как возбудитель антракноза на оливах (*Olea europaea*), где вызывал ожог цветков, преждевременное опадение оливок, снижение качества масла; на миндале (*Prunus dulcis*) (потеря товарных качеств плодов, некроз побегов и плодоножек); на персиках (*Prunus persica*), яблоне (*Malus domestica*) и др. плодовых и ягодных культурах. [1,3,5,7,8] Было показано, что данный патоген может также вызывать загнивание плодов томатов в послелуборочный период. [2]. Типовые изоляты выделены из растений кувшинки белой (*Nymphaea alba*) [10].

В мире также обнаружен на перце (*Capsicum annum*), ветренице (*Anemone* spp.), протее (*Protea repens*) и др. [1].

В ходе исследования было показано, что в России *C. nymphaeae* широко распространен на растениях земляники садовой. Единично выделен из семян сои Амурской области, а также из семян подсолнечника, предназначенных для импорта в РФ.

Для выделения грибов из растительных образцов использовали метод влажной камеры и агаризованной питательной среды. Для идентификации полученных изолятов проводили микроскопию и морфометрию ключевых признаков (ацервул, конидий); классическую ПЦР с универсальными праймерами с последующим определением нуклеотидных последовательностей. Для работы использовали следующие праймеры: ITS 4 (TCCTCCGCTTATGATATGC)/ITS 5 (GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG) (участок внутреннего транскрибируемого спейсера, ITS); GDF (GCCGTCAACGACCCCTTCATGTA)/GDR (GGGTGGAGTCGTAAGTTCGATGTA) (участок гена глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназы, GAPDH); TUB2Fd (GTVCACCTYCARACCGGYCARTG)/TUB4Rd (CCRGAYTGRCCRAARACRAAGTTGTC) (участок гена бета тубулина, TUB2).

Изоляты, выделенные из растений земляники, характеризовались двумя основными морфотипами, а также отличались по участку гена GAPDH. Группа изолятов с регионами происхождения Нидерланды, Сербия, Россия, отличалась от группы изолятов итальянского происхождения двумя точечными заменами. По маркерному, для данного вида участку гена бета тубулина, изоляты, выделенные из земляники, сои, подсолнечника, не отличались.

При обнаружении семян подсолнечника, пораженных антракнозом, наблюдалось ингибирование прорастания семян и загнивание проростков. На семенах было развито типичное оранжевое спороношение, характерное для грибов р. *Colletotrichum*. После выделения изолята в чистую культуру была подготовлена суспензия спор концентрацией  $5,5 \cdot 10^6$  спор гриба/мл для проведения искусственного заражения растений и семян подсолнечника и растений земляники.

При проведении искусственного заражения растений подсолнечника на стадии 6–8 настоящих листьев методами укола и опрыскивания, развития болезни отмечено не было. При параллельной обработке растений земляники были получены симптомы антракноза (некрозы на листьях, язвы на черешках листьев), выделен целевой патоген, что было подтверждено микроскопией и морфометрией, и определением нуклеотидных последовательностей.

При заражении семян подсолнечника были получены различные результаты при различной экспозиции. При замачивании семян в суспензии спор на сутки прорастание семян отсутствовало. При экспозиции 1 час в варианте с обработкой проросло на 14% меньше семян, чем в контроле. При этом дальнейшее развитие проростков ингибировалось: на семядолях образовывались бурые пятна, иногда полностью покрывавшие проросток, корни загнивали, корневые волоски отсутствовали; при микроскопии было обнаружено прорастание спор, развитие гиф гриба. Через две недели проявлялось типичное спороношение на проростках.

По литературным данным, это третье обнаружение патогенных грибов *Colletotrichum acutatum* species complex, на проростках подсолнечника [4, 6].

При проведении теста на патогенность на семенах сои изолятом, выделенным из семян сои, проявлялись типичные для данного вида признаки: быстрорастущий серый воздушный мицелий и оранжевая масса спор, наблюдалось образование аппрессориев, свидетельствующих о патогенном процессе. Несмотря на сообщения об обнаружении *C. nymphaeae* на растениях сем *Fabaceae*, это первое обнаружение данного вида на семенах сои.

Таким образом, *C. nymphaeae* получил сравнительно широкое распространение во всем мире на различных группах растений-хозяев. Вредоносность патогена может определяться стадией заражения, в то время как для определенного круга растений хозяев данный гриб может быть использован как потенциальный биоагент против насекомых-вредителей.

Список литературы:

1. Damm U., Cannon P.F., Woudenberg J.H.C., Crous P.W. The *Colletotrichum acutatum* species complex // *Studies in Mycology*. 2012.73. P 37–113. doi:10.3114/sim0010
2. Dimayacyac D.A., Balendres M.A. First report of *Colletotrichum nymphaeae* causing post-harvest anthracnose of tomato in the Philippines // *New Disease Reports*.2022. 46 (2). e12125. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12125>
3. Filoda P.F., Arellano A.D.V., Dallagnol L.J. et al. *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum nymphaeae* causing blossom blight and fruit anthracnose on olives in southern Brazil // *Eur J Plant Pathol*. 2021. 161. P. 993–998. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02372-y>
4. French J.M., Randall J.J., Stamler R.A., Segura A.C., Goldberg N.P. First Report of Anthracnose of Sunflower Sprouts Caused by *Colletotrichum acutatum* in New Mexico // *Plant disease*. 2013. 97 (6). P. 838.
5. Ji Y., Li X., Gao Q.H. et al. *Colletotrichum* species pathogenic to strawberry: discovery history, global diversity, prevalence in China, and the host range of top two species // *Phytopathol Res*.4. 2022. 42. <https://doi.org/10.1186/s42483-022-00147-9>
6. Odoi M. E., Onufrak A. J., Kosiewska J. R., Arnwine A., Holbert R., Boggess S. L., Bernard E. CHadziabdic. D., Trigiano R. N. First Report of Leaf Anthracnose on the Whorled Sunflower, *Helianthus verticillatus*, Caused by *Colletotrichum fioriniae* in the United States // *Plant Disease*. 2023. 107(2). P. 575. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-22-1286-PDN>
7. Tan Q, Schnabel G, Chaisiri C, Yin L-F, Yin W-X, Luo C-X. *Colletotrichum* Species Associated with Peaches in China // *Journal of Fungi*. 2022. 8(3). P.313. <https://doi.org/10.3390/jof8030313>
8. Varjas V., Szilágyi S., Lakatos T. First Report of *Colletotrichum nymphaeae* Causing Anthracnose on Almond in Hungary // *Plant Disease*. 2022. 106(5). P. 1527. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-21-1847-PDN>
9. Wynns A. A., Jensen A. B., Eilenberg J., Delalibera J.I. *Colletotrichum nymphaeae* var. *entomophilum* var. nov. a natural enemy of the citrus scale insect, *Praelongorthezia praelonga* (Hemiptera: Ortheziidae)//*Scientia Agricola*. 2020. 77(5). <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2018-0269>
10. National Center for Biotechnology Information [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=306554>

DOI: 10.17581/paf2023.65

## Разнообразие грибов-возбудителей болезней хвой сосен Приморского края

Шухин Д.И., Сурина Т.А.

Всероссийский центр карантина растений, Московская обл., р.п. Быково, Россия

*dmitriq.shukhin@gmail.com*

Сосновые леса занимают второе место среди хвойных лесов России и равномерно распределены по всей стране. Сосны поражаются многими видами грибов, среди которых патогены, вызывающие заболевания хвой занимают особое место [3]. Пятнистости хвой приводят к преждевременному усыханию, дефолиации и гибели дерева. Заболевания хвой встречаются в насаждениях всех классов возраста, во всех типах леса. Среди грибных возбудителей, поражающих хвою сосны, особое внимание следует уделить карантинным и особо опасным патогенам.

Целью исследования было определить видовой состав грибов-возбудителей болезней сосны Приморского края.

Обследования проводились в 2018 и 2022 г. на территории Ботанического сада-института ДВО РАН, острова Русский, ФГБУН Горнотаёжная станция им. В.Л. Комарова, в бухтах Витязь и Теляковского. Для лабораторных исследований отбирали образцы хвой различных видов сосен с симптомами заболеваний. Для идентификации патогенов использовали биологический метод – выделение грибов на питательную среду (2% картофельно-глюкозный агар, солодовый агар, питательные среды для грибов рода *Dothistroma*, агар из хвой сосны [2]), метод микроскопирования и морфометрии, а также секвенирование участка ITS rRNA по Сэнгеру [4].

В результате лабораторных исследований был определен видовой состав доминирующих видов. Это виды родов *Pestalotiopsis*, *Fusarium*, *Alternaria* и *Trichoderma*. В образцах хвой из Ботанического сада-института были выявлены: *Lophodermium* sp. – возбудитель шютте, *Didymella glomerata* – возбудитель ожога проростков, *Rhizosphaera oudemansii* Maubl. 1907 – возбудитель побурения хвой. В образцах хвой сосны с о. Русский наиболее часто встречался вид *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton 1980 – возбудитель некроза сосны. Возбудители шютте из рода *Lophodermium* также были обнаружены в ФГБУН Горнотаёжная станция. На территории Хасанского района на сосне густоцветковой были выявлены возбудители шютте *L. pinastri* (Schrad.) Chevall. 1826 и *L. pini-excelsae* S. Ahmad 1954, возбудитель побурения хвой *R. kalkhoffi* Bubák 1914.

Список литературы:

1. Жуков А. М., Гниненко Ю. И. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России. – 2011.
2. Drenkhan R. et al. Genetic diversity of *Dothistroma septosporum* in Estonia, Finland and Czech republic //European Journal of Plant Pathology. – 2013. – Т. 136. – С. 71-85.
3. Mullett M. S. et al. New country and regional records of the pine needle blight pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini* //Forest pathology. – 2018. – Т. 48. – №. 5. – С. e12440.
4. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols: A sequencing guide to methods and // San Diego, Academic Press. – 1990. – P. 315-322.

## ИНТЕГРАТИВНАЯ СИСТЕМАТИКА

DOI: 10.17581/paf2023.66

### Дополнительные методы диагностики некоторых представителей сем. *Solanaceae* Juss.

Дёмина А.С.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

*enot.enot.1999@mail.ru*

Крахмал – один из важнейших продуктов фотосинтеза. Зёрна крахмала состоят из амилозы и амилопектина. Они имеют стабильную химическую структуру и способны сохраняться на протяжении тысяч лет [1]. Крахмальные гранулы имеют диагностические признаки, которые можно использовать для идентификации родов, видов и разновидностей растений [2].

Цель настоящего исследования – изучить особенности крахмальных зёрен в клубнях 8 сортов картофеля *Solanum tuberosum* L. Задачи: (1) проанализировать морфологическую структуру крахмальных зерен 8 сортов картофеля; (2) выявить отличительные признаки крахмальных зерен исследуемой группы растений.

Материалом для данного исследования стали клубни 8 сортов картофеля *Solanum tuberosum* L.: «Белароза», «Снегирь», «Гала», «Королева Анна», «Гейзер», «Скарлет», «Лазурит» и «Сантэ». Материал был получен в октябре 2021 г. из Дальневосточной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н. И. Вавилова. Для исследования отбирали не поврежденные грибными и вирусными болезнями клубни. Изучение крахмальных зёрен проводилось в режиме проходящего света, поляризации и DIC-контраста при увеличении 400-600х. Для каждого сорта было измерено и описано по 100 крахмальных зёрен. Обработка данных проводилась в пакете программ MS Office.

Крахмальные зёрна всех изученных сортов картофеля имеют правильную овальную и/или округлую форму. По длине гранулы расположены в одном диапазоне 2,5-88,7 мкм. Хилум чаще твёрдый, около трети приходится на скрытый и хилум в виде точки. Последний преобладает в сорте «Королева Анна». Располагается хилум обычно ацентрично, в сорте «Скарлет» – по центру. В сортах «Гала» и «Королева Анна» ламели располагаются ацентрично, в остальных сортах – отсутствуют. Поверхность крахмальных зёрен во всех сортах гладкая. Трещин и складок нет. Поляризационный крест чаще косой, в сорте «Скарлет» – прямой. Лучи в основном изогнутые и прямые. Сложные и полусложные гранулы редки.

Выводы:

1) Количественные морфометрические признаки крахмальных зёрен 8 сортов картофеля находятся в одном диапазоне; во всех сортах преобладает правильная овальная или округлая форма гранул, гладкая поверхность;

2) Различия в сортах наблюдаются по расположению и видимости хилума и ламелей; поляризационный крест и его лучи отличаются не значительно.

Список литературы:

1. Loy T. H., Spriggs M., Wickler S. Direct evidence for human use of plants 28,000 years ago: Starch residues on stone artefacts from the northern Solomon Islands // *Antiquity*, 1992. Vol. 66. P. 898-912.

2. Reichert E.T. *The Differentiation and Specificity of Starches in Relation to Genera, Species*. Washington DC, 1913.

DOI: 10.17581/paf2023.67

**Проблемы баркодирования видов рода осока (*Carex* L.) на примере секции *Ceratocystis* Dumort.**

Домашкина В.В.<sup>1,2</sup>, Леострин А.В.<sup>2</sup>, Носов Н.Н.<sup>2</sup>, Данилов Л.Г.<sup>1</sup>, Родионов А.В.<sup>1,2</sup>, Конечная Г.Ю.<sup>1,2</sup>, Гусарова Г.Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*domvalya@gmail.com*

Традиционно определение межвидовых гибридов дикорастущих растений, как и предполагаемых родительских видов, основывается на их морфологических признаках. Проявления межвидовой гибридизации и интрогрессии на морфологическом уровне многообразны (гибриды не всегда обладают промежуточными признаками родительских таксонов, нередко сходны с одним из родителей) и их интерпретация систематиками неоднозначна. В связи с этим ведутся активные попытки идентификации гибридов с помощью молекулярных маркеров. Использование молекулярных маркеров (последовательностей молекул ДНК) для медицинской диагностики патогенных микроорганизмов и вирусов, а также определения видов растений и животных в биологии позволяет не только установить штамм или вид, но и значительно ускоряет сам процесс диагностики/идентификации. В биологии такие методы идентификации видов получили название ДНК-баркодинг или метабаркодинг. Целью исследования является разработка молекулярно-генетической системы интегративной идентификации гибридов и видов на примере видов рода *Carex* L. (осока) секции *Ceratocystis*.

*Carex* L. – один из крупнейших и широко распространенных родов цветковых растений, насчитывающий около 2000 видов, из которых не менее 350 встречается на территории нашей страны [1,2]. Они участвуют в формировании растительного покрова, выступают эдификаторами или доминирующими видами в различных растительных сообществах. Явление гибридизации, образование фертильных гибридов, встречается в нескольких секциях: в 4 из подрода *Carex* – *Phacocystis*, *Ceratocystis*, *Glareosae*, *Vesicariae* и в 3 из подрода *Vignea*: *Heleonastes*, *Vulpinae*, *Heleoglochis* [3,4]. На Северо-Западе европейской части России встречается 8 видов из модельной группы *Ceratocystis*: *C. flava* L., *C. hostiana* DC, *C. aggr. viridula* (*C. lepidocarpa* Tausch, *C. jemtlandica* (Palmgr.) Palmgr., *C. demissa* Hornem., *C. serotina* Mérat, *C. bergrothii* Palmgr., *C. scandinavica* Dav.), что исчерпывает таксономическое разнообразие группы на территории всей России [1]. На Северо-Западе страны в пределах секции отмечали следующие гибриды/нотовиды: *C. ruedtii* (= *C. × pieperana*) (*C. flava* × *C. lepidocarpa*), *C. × apeliانا* (*C. hostiana* × *C. serotina*), *C. × schatzii* (*C. lepidocarpa* × *C. serotina*) *C. × subviridula* (*C. flava* × *C. serotina*). Баркодирование растений из этой секции затруднено в связи с активными процессами гибридизации и интрогрессии. Нами были секвенированы последовательности нескольких генетических маркеров: *ITS*, *matK*, *rpS16*, растений собранных на территории Северо-Запада европейской части России из коллекций гербариев LE (БИН РАН) и LECB (каф. ботаники, СПбГУ), а также проанализированы последовательности из NCBI, после чего проведено сопоставление топологий деревьев, полученных с использованием пластидных и ядерных генов. Исследование выполнено при поддержке РФФ №22-24-01117.

Список литературы:

1. Егорова Т. В. Осоки (*Carex* L.) России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) (*Carices Rossiae et Civitatum collimitanearum (in limitibus URSS olim)*). – Alexander Doweld. 1999.



2. Reznicek A. A. Evolution in sedges (*Carex*, Cyperaceae) //Canadian Journal of Botany. – 1990. 68(7). P. 1409-1432.
3. Pedersen A. T. et al. Hybrid origins of *Carex rostrata* var. *borealis* and *C. stenolepis*, two problematic taxa in *Carex* section *Vesicariae* (Cyperaceae) //Plos one. 2016. 11(10), e0165430.
4. Więclaw H., Wilhelm M. Natural hybridization within the *Carex flava* complex (Cyperaceae) in Poland: morphometric studies //Annales Botanici Fennici. – Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. 2014. 51(3), P. 129-147.

DOI: 10.17581/paf2023.68

**Филогения представителей рода *Gagea* Salib. в пределах Алтайской горной страны.**

**Жолнерова Е.А.<sup>1\*</sup>, Ваганов А.В.<sup>1,2</sup>, Колтунова А.М.<sup>1</sup>, Зайков В.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

<sup>2</sup>Сахалинский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия

*zholnerova.Liza@mail.ru*

Выявление проблем в таксономии семейства Liliaceae Juss., непрерывная работа по инвентаризации состава семейства Liliaceae. в пределах Алтайской горной страны (АГС), послужили основанием для привлечения в наши исследования молекулярно-генетических методов. На данный момент семейство Liliaceae насчитывает 34 вида из 5 родов [1]. Род *Gagea* Salisb, как преобладающий по составу и вызывающий наибольшие затруднения при диагностике таксонов представляет наибольший интерес. Сложности в определении таксонов вызваны полиморфизмом представителей рода, что приводит к затруднительному разграничению вариативных морфологических признаков.

На основе собственных полученных последовательностей ядерной ДНК (ITS) и привлеченных данных с NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) построено филогенетическое дерево для представителей рода *Gagea* с территории АГС. Нуклеотидные последовательности *Gagea xiphoidea* Levichev, *G. goljakovii* Levichev и *G. azutavica* Kotuch. получены в ходе реализации проекта по ДНК-штрихкодированию типовых образцов, хранящихся в гербарии АЛТВ АлтГУ [3]. Эволюционный анализ проведен с помощью программы MEGA11 [2] методом «maximum likelihood (ML)» с выбором «Bootstrap method» филогенетического теста с количеством репликаций 500. Модель эволюции ДНК «Jukes-Cantor distance». Выровненная матрица данных для локуса «ITS» имела длину 725 п.н.

Некоторые секции *Gagea* (например, *Plecostigma* и *Gagea*) хорошо соотнеслись с полученными данными. Подтверждена монофилия *Gagea* и *Lloydia* Salisb. ex Rchb. Необходимо обратить внимание на *G. bulbifera* (Pall.) Salisb. и *G. albertii* Regel. для уточнения их положения в системе. Дальнейший анализ молекулярных и морфологических данных позволит более объективно уточнить родственные связи внутри рода *Gagea*.

Список литературы:

1. Жолнерова Е.А., Сеницына Т.А., Ваганов А.В. Молекулярно-филогенетические исследования видов семейства Liliaceae Juss. // Системная биология и биоинформатика (SBB-2023) : 14-я международная школа молодых ученых (22–26 мая 2023 г., Новосибирск, Россия) // Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Федер. исслед. центр Ин-т цитологии и генетики. – Новосибирск : ИЦиГ СО РАН. 2023. С. 10.

2. Tamura K., Stecher G., and Kumar S. MEGA 11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution*. 2021. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>.

3. Vaganov A.V., Sinitsyna T.A., Kutsev M.G., Skaptsov M.V., Zholnerova E.A., Kosachev P.A., Kechaykin A.A., Smirnov S.V., Shmakov A.I. DNA barcodes of the vascular flora of the Altai Mountain Country: type material of the Herbarium ALTB // *Turczaninowia*. 2022. 25(4). С 5–11.

DOI: 10.17581/paf2023.69

## Комплексное исследование видов рода *Sanguisorba*

Колтунова А.М.<sup>1</sup>, Куцев М.Г.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

*koltunova.anas@yandex.ru*

*Sanguisorba* L. растение народной и, в некоторых странах, официальной медицины. Лечебными свойствами обладают как подземные, так и надземные части. В 1952 году Кровохлебка лекарственная вошла в состав Государственной Фармакопеи и с того момента была рекомендована в качестве кровоостанавливающего, вяжущего и бактерицидного средства [1]. *Sanguisorba officinalis* L. и в народной медицине известна лечебными свойствами, например, используют как потогонное, а отвар из листьев – при туберкулезе. Род включает в себя около 27 видов и представлен почти на всех континентах. Он распространен в умеренной зоне Азии, Европы и Северной Америки, произрастает на высоте от 30 до 3000 метров над уровнем моря.

Множество исследований подтверждают наличие большого количества биологически активных веществ у вида *S. officinalis*. Согласно предварительным отчетам, она обладает такими лечебными свойствами как, антиоксидантными [4], противовоспалительными [3], противовирусными, антибактериальными и противораковыми эффектами [2]. Однако, данные по остальным видам по большей части отсутствуют.

В качестве объектов исследования были выбраны *S. alpina*, *S. azovtcevia* и *S. officinalis*, чьи ареалы произрастания пересекаются. В данном исследовании проанализированы последовательности регионов ядерной и хлоропластной ДНК (*psbA-trnH*, *ITS1-5.8s-ITS2*, *trnL*), главные морфологические характеристики (размер соцветий, длина листьев, степень их рассеченности) и биохимические показатели (содержание фенолов, сахаров, полифенолов и др.) представителей трех видов. На основании полученных данных подтверждено гибридное происхождение *S. azovtcevia*.

Благодарности

«Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития университета на 2021-2030 годы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030», проект «Изучение биохимических, морфологических и молекулярно-генетических аспектов рода *Sanguisorba* на территории России».

Список литературы:

1. Государственная фармакопея. 8-е изд. – М.: Медгиз, 1952. – 321 с
2. Seo J. et al. *In vivo* antiviral activity of *Sanguisorba officinalis* roots against viral hemorrhagic septicemia virus in olive flounder *Paralichthys olivaceus* // *Planta Med.* 2015. 81. P. 45.
3. Yang B. et al. Herbal Textural Study on *Sanguisorba officinalis* L. // *Shandong Univ. TCM.* 2016. 5. P. 412–414.
4. Zhang L. et al. Antioxidant and immunomodulatory activities of polysaccharides from the roots of *Sanguisorba officinalis* // *Int. J. Biol. Macromol.* 2012. 51. P. 1057–1062.

DOI: 10.17581/paf2023.70

**Сравнение генетического разнообразия представителей подсекции *Ledum* (род *Rhododendron*) на острове Сахалин и в других регионах Дальнего Востока (ДВ): данные изменчивости маркеров хлоропластной ДНК**

**Юнусова Д.Р., Полежаева М.А.**

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

*dianaiunusova@mail.ru*

Дальний Восток в силу геологической истории и разнообразия экологических условий, является уникальной территорией для изучения генетической структуры нескольких произрастающих там видов подсекции *Ledum*. Проблема разграничения видов багульника на данный момент не разрешена: недавнее включение их в род *Rhododendron* [2] прояснило лишь надвидовую таксономию. В данной работе мы проводили генетический анализ видового разнообразия сложного комплекса видов подсекции *Ledum* на острове Сахалин и материковых территориях ДВ на основе изменчивости маркеров хлоропластной ДНК.

В исследовании было проанализировано 16 выборок с территории Сахалина, а также 18 выборок с других территорий ДВ. Видовая принадлежность четырех видов багульников определялась исходя из морфологических признаков, а также экологической приуроченности, описанных у Толмачева [1]: *R. subarcticum* Нармажа (= *L. decumbens* (Ait.) Lodd., *R. tomentosum* Нармажа (= *L. palustre* L.), *R. hypoleucum* Нармажа (= *L. hypoleucum* Kom.) и *R. tolmachovii* Нармажа (= *L. macrophyllum* Tolm.). Генетическая изменчивость анализировалась путем секвенирования пяти маркерных фрагментов хлоропластной ДНК (хпДНК): *trnH-psbA*, *trnV-ndhC*, K2R-K707, *atpB-rbcL* и *petB-petD*.

Комплекс симпатрических видов подсекции *Ledum* на острове Сахалин оказался крайне разнообразным генетически с невыраженной генетической структурой. Дифференциация между всеми выборками составила 37%, а между четырьмя видами - менее 1% ( $p < 0.05$ ). Всего выявлено более 10 гаплотипов, из них два - гаплотипы H1 и H2 - наиболее часто встречающиеся. В распределении частот этих двух гаплотипов выявлена клинальная изменчивость: на севере преобладает гаплотип H2, на юг - H1. В материковых популяциях багульника уровень генетического разнообразия маркеров хпДНК оказался ниже, с тенденцией к обеднению южных популяций. Отметим, что в южных регионах ДВ (Приморье, Хабаровский край, Курильские о-ва) преобладал южный гаплотип H1, в северных (Якутия, Магаданская область) - H2.

Выявленная высокая генетическая изменчивость *Ledum* по хпДНК маркерам соответствует большой морфологической вариабельности исследуемых видов. Отсутствие видоспецифичных маркеров указывает на то, что данный комплекс видов еще не сформировал репродуктивных барьеров, и между видами происходит генетический обмен. Очевидно, что процессы гибридизации активно протекают на о-ве Сахалин, за счет разнообразия экологических ниш и наличия условий для близкого сосуществования разных видов. В материковой части ареала, наблюдается тенденция к снижению внутривидового разнообразия, но увеличению географической дифференциации, что, вероятно, обусловлено историей расселения видов *Ledum* по данной обширной территории.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00173, <https://rscf.ru/project/23-24-00173/>

Список литературы:

1. Толмачев А. И. К познанию евразийских видов рода *Ledum* L. // Ботанические материалы гербария БИН АН СССР. 1953. 15. С. 197-207.
2. Нармажа Н. Taxonomic notes on *Rhododendron* subsection *Ledum* (*Ledum*, Ericaceae), with a key to its species // *Annales Botanici Fennici*. 1990. – P. 203-204.

## ФЛОРА И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

DOI: 10.17581/paf2023.71

### Предварительные данные о флоре цианобактерий российских вод Финского залива Балтийского моря

Горин К.К.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург,  
Россия

Ботанический институт РАН им. В.Л. Комарова, Санкт-Петербург, Россия

*gorinbio@gmail.com*

Цианобактерии – важная для водных экосистем группа фотоавтотрофных организмов, роль которой в вегетационный период зачастую является определяющей для биотопов Финского залива. Изучение их флоры не утратило своей актуальности. На протяжении всего периода исследований микроводорослей этого района, планктонные цианобактерии чаще всего являлись объектами комплексных гидробиологических исследований, осуществляющихся при строительных, гидротехнических, природоохранных и других работах, а также мониторинге в акватории залива [4,5,6,7]. Исследования бентосных сообществ микроводорослей имели скорее эпизодический характер, и к настоящему времени, сведения о их видовом составе в восточной части Финского залива ограничивались небольшим числом публикаций [1,2,3].

Материалом для настоящей работы послужили пробы, собранные летом в период с 2017 по 2021 гг. на станциях в прибрежных зонах северного и южного побережий Финского залива, архипелага Берёзовые острова, а также островов Гогланд и Мощный.

В результате инвентаризации таксономического состава, по оригинальным и литературным данным, составлен список из 243 видов и внутривидовых таксона цианобактерий из 77 родов, 31 семейства, 13 порядков и одного класса. Наибольшим количеством видов представлены порядки Chroococcales и Nostocales - 74 и 67 видов, соответственно. Меньшее количество видов включали порядки Oscillatoriales (37 видов), Synechococcales (17 видов), Leptolyngbyales (14 видов) и Pseudanabaenales (12 видов). Остальные порядки содержали от 1 до 6 видов.

По отношению к местообитанию выявлено 104 планктонных вида, 80 бентосных видов, произрастающих на различных субстратах. Планктонно-бентосные цианопрокариоты были представлены 58 видами, в основном это представители родов *Chroococcus* Nägeli, *Merismopedia* Meyen, *Lyngbya* S. Agardh ex Gomont, *Oscillatoria* *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, *Phormidium* Kützing ex Gomont, и др. 4 вида являлись эндоглойными, живущими в слизи других цианобактерий и водорослей.

Для 173 видов были установлены галобные характеристики. Большинство из них – 81 вид являлись пресноводно-солановатоводными. На втором месте по количеству видов были пресноводные цианобактерии - 67 видов. Доля солановатоводно-морских видов во флоре была не высока и составляла 5% - 13 видов. Всего 3% видов от общего числа относятся к эвригалинным и способны произрастать в широком диапазоне солёности.

По составу зонально-географических элементов были выявлены виды являющиеся аркто-бореальными, бореальными, бореально-тропическим, голарктическими, голарктическо-тропическими, голарктическо-палеотропическими, голарктическо-неотропическими, голарктическо-австралийскими, и космополитными.

Список литературы:

1. Вислоух С.М. Краткий отчет о биологических исследованиях Невской губы в 1911 – 1912 гг. СПб., 1913. 98 с.
2. Вислоух С.М. К познанию микроорганизмов Невской губы// СПб.: Изв. РГИ, №1 – 3. СПб., 1921. 96 с.
3. Губелит Ю. И. Фитоперифитон эстуария реки Невы// Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. СПб. М., 2008. С. 96 – 104.
4. Ланге Е.К. Анализ структурных показателей позднего фитопланктона Невской губы за 90-летний период//Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива. СПб., 2006. Т. 1. С. 146-231.
5. Никулина В. Н., Анохина Л. Е. Флористический состав планктона и перифитона. Невская губа// Гидробиологические исследования. Л., 1987. С. 14 – 20.
6. Никулина В. Н. Фитопланктон эстуария реки Невы.// Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. СПб. М., 2008. С. 24 – 38.
7. Природная среда побережья и акватории Финского залива (район порта «Приморск»). СПб., 2003. 128 с.

DOI: 10.17581/paf2023.72

## Актуальные вопросы изучения растительного покрова малых и средних городов России

Жучков Д.В., Фетисов Д.М.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

*dmitry.zhuchkov.2000@mail.ru*

В рамках отечественных исследований закономерностей формирования и распространения растительного покрова и оптимизации способов его использования на урбанизированных территориях наблюдается рост актуальности изучения малых и средних городов. В результате анализа порядка 60 публикаций и статистических материалов за период с 2010 по 2022 гг., представленных в российских электронных научных библиотеках Elibrary, ResearchGate, Google Scholar, обсуждаемые сегодня вопросы изучения растительного покрова, рассматриваемой категории городов России были объединены в несколько направлений:

*Видовое богатство урбанофлоры и ее структуры.* За указанный период найдено и проанализировано 50 публикаций и статистических материалов, в которых отражены полные списки видов урбанофлоры для 86 городов (18 малых и 68 средних). Видовое богатство колеблется от 140 (г. Анива, Сахалинская область) до 786 (г. Ливны, Орловская область). В 6 городах отмечено до 200 видов растений, в 37 – от 201 до 400, в 27 – от 401 до 600 и только в 12 зарегистрировано свыше 600 видов [3]. Как отмечают специалисты, разница в количестве зависит от многих факторов: площади и численности населения города, возраста населенного пункта, природно-климатических условий и др. [1, 5, 6]. Однако нами не выявлено тесных корреляционных связей между факторами. В структуре урбанофлоры преобладают семейства: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Cyperaceae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae* [3].

*Аборигенная и адвентивная (чужеродная) фракция урбанофлоры.* В анализируемых научных публикациях отмечено, что в среднем на долю аборигенной и адвентивной фракции приходится 71% (317 видов) и 29% (130) соответственно. В урбанофлоре 7 городов отмечается до 200 аборигенных видов, в 37 – от 201 до 400 и в 8 городах свыше 400. Что касается адвентивных, то в 42 городах отмечено не больше 200 видов и только в 5 – от 201 до 400. В связи с тем, что в некоторых городах процесс адвентизации достигает 40-50%, актуальным является организация охраны аборигенных, в том числе редких и охраняемых видов. Это связано с их приспособленностью к внешней среде, а также они поддерживают устойчивость биоразнообразия [3].

*Охрана урбанофлоры.* В урбанофлоре малых и средних городов - Абазы (Республика Хакасия) 8 видов занесены в Красную книгу (6 – Красная книга России и 2 – региональная), Кинешма (Ивановская область) 2 вида в региональной Красной книге, Кумертау (Республика Башкортостан) 11 видов занесено в Красную книгу России, Мелеуз (Республика Башкортостан) 10 видов и другие. В некоторых городах отмечены редкие и охраняемые виды: Гаврилов Посад (Ивановская область) 24 вида, Кадников (Вологодская область) 74 вида отнесены к статусу «редкие», 34 – «охраняемые» и для 40 видов необходим ботанический контроль, Сенгилей (Ульяновская область) – 19 редких видов и другие.

В настоящее время в городах активно организуется сеть ООПТ различного типа (памятники природы, ботанические сады, дендрарии, парки и другие). Однако большинство публикаций по данному направлению касается больших и крупных городов. Отмечено всего 4 средних города, имеющих ООПТ – Туапсе и Геленджик (Краснодарский край), Биробиджан (ЕАО), Магадан (Магаданская область) [4, 6].

Список литературы:

1. Бабкина С.В., Сафонова Е.В., Шеенко П.С. Флора поселков городского типа как особая группа урбанофлор (на примере Хабаровского края) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2022. № 1(221). С. 120-132.
2. Дебелая И.Д. Организация сети особо охраняемых природных территорий в городах Дальневосточного федерального округа // Региональная политика, политическая география и геополитика: история и современность. 2022. С. 515-522.
3. Макаренко В.П., Фетисов Д.М., Жучков Д.В. Изучение растительного покрова малых и средних городов России: современное состояние // Региональные проблемы. 2022. Т. 25. № 1. С. 3-15. DOI 10.31433/2618-9593-2022-25-1-3-15.
4. Рубцова Т. А., Калинин А.Ю. Особо охраняемые природные территории Еврейской автономной области: состояние и перспективы развития. Владивосток: Дальнаука, 2011. 137 с.
5. Сенатор С.А., Костина Н.В., Саксонов С.В. Зависимость видового разнообразия урбанофлор от ряда факторов // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2013. № 2. С. 23-29.
6. Третьякова А.С., Баранова О.Г., Сенатор С.А. [и др.]. Урбанофлористика в России: современное состояние и перспективы // Turczaninowia. 2021. Т. 24. № 1. С. 125-144.



DOI: 10.17581/paf2023.73

**Таксономическая структура флоры памятника природы «Яранская берёзовая роща»  
(Кировская область)**

**Козлов К.Е., Шабалкина С.В.**

Вятский государственный университет, Киров, Россия

*stud125963@vyatsu.ru*

Яранская берёзовая роща – биологический (ботанический) памятник природы регионального значения, расположенный на юго-западе Кировской области; является искусственно созданным насаждением паркового типа из *Betula pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh. общей площадью 18 га, заложен в 1914 г. для шумозащиты. Почти за 110-летний период существования произошли изменения в составе фитоценозов, сопровождающиеся естественными преобразованиями в древостое в связи с появлением *Picea abies* (L.) H. Karst. и *Tilia cordata* Mill. преимущественно во втором ярусе [1].

Первые исследования флоры проведены сотрудниками Вятского государственного университета в 2014 г. [2]. В 2022 г. список пополнился в результате обработки собственных полных геоботанических описаний растительных сообществ. По материалам полевых исследований составлен конспект флоры памятника природы, номенклатура приведена согласно базе данных [3].

В настоящее время флора Plantae представлена 109 видами из 40 семейств. По два семейства насчитывается в отделах Bryophyta и Polypodiophyta, одно семейство с тремя родами – в отделе Pinophyta, остальные семейства относятся к цветковым.

Самым крупным семейством является Asteraceae, включающее 14 родов и видов, на втором месте расположилось Rosaceae с 12 родами и 14 видами, на третьем – Poaceae с 8 родами и 10 видами. Слабее представлены Fabaceae с шестью видами из трех родов; Apiaceae с пятью родами и видами; Lamiaceae с четырьмя родами и видами; Ranunculaceae с четырьмя видами из двух родов и Plantaginaceae с четырьмя видами из двух родов. По два рода и вида включают семейства Salicaceae, Viburnaceae и Caprifoliaceae; по три вида из одного рода – Caryophyllaceae и Geraniaceae, по два вида из одного рода – Cyperaceae, Urticaceae, Betulaceae, Sapindaceae, Campanulaceae. По одному роду и виду насчитывают 15 семейств: Cornaceae, Papaveraceae, Cannabaceae, Violaceae, Aristolochiaceae, Fagaceae, Amaranthaceae, Hypericaceae, Asparagaceae, Malvaceae, Grossulariaceae, Oxalidaceae, Scrophulariaceae, Oleaceae и Rubiaceae.

Приведенный список не является окончательным, исследование флоры продолжится в текущем году.

Список литературы:

1. Козлов К.Е., Шабалкина С.В. Особенности древостоя и подлеска насаждений памятника природы «Яранская берёзовая роща» (г. Яранск Кировской области) // Общество. Наука. Инновации (НПК–2023): сб. материалов XXIII Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., приурочен. к 60-летию ВятГУ. Т. 2. Технические и естественные науки. Киров, 2023. С. 165–169.
2. Савиных Н.П., Домнина Е.А., Пересторонина О.Н., Охорзин Н.Д., Шабалкина С.В. Состояние некоторых особо охраняемых природных территорий Кировской области. Киров, 2016. 217 с. Деп. в ВИНТИ. № 41–В2016, 15.03.2016.
3. POWO: Plants of the world online. 2023. URL: <https://powo.science.kew.org/> (дата обращения 10.06.2023).

DOI: 10.17581/paf2023.74

## Сохранение ценного вида *Castanea dentata* Borkh. в Главном ботаническом саду РАН

Соколова В.В.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

soka22@mail.ru

Каштан зубчатый достигал на родине в восточной части Северной Америки 36 м в высоту с диаметром ствола 1,5 м и был доминирующей породой. Однако, из-за появления эндотиевого рака (*Cryphonectria parasitica* Murrill Barr.) в начале прошлого века погибло подавляющее число его популяций [5]. В Америке действуют программы по восстановлению популяций каштана зубчатого путем скрещивания с родственными устойчивыми видами [2, 3] и получения трансгенных растений [4].

В Главном ботаническом саду каштан зубчатый был посажен Алексеем Константиновичем Скворцовым. Семена были получены в 1988 г. из сада усадьбы Мичурина (г. Мичуринск) [1]. В настоящее время сохранились два экземпляра каштана. Одно из деревьев одностовольное с диаметром ствола 15 см и высотой 7 м, образует невыполненные плоды. Второе дерево двустовольное, с диаметрами 21 и 23 см и высотой 14 м, образует полноценные плоды, максимальная масса ореха – 6 г, средняя – 2,4 г. Урожайность фертильного дерева без специальных агротехнических мероприятий составляет 2-3 кг, однако она может повышаться с возрастом. Лабораторная всхожесть орехов при искусственной стратификации составляет 28-35%.

В последние годы нами предпринимаются попытки размножения каштана как семенным, так и вегетативными способами. Совместно с РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева проводилось черенкование полуодревесневшими побегами с последующим укоренением в теплице с мелкодисперсным распылением воды и подогревом почвы. Также мы проводили размножение воздушными отводками. В обоих случаях укоренялись только единичные черенки, при этом отмечалось активное образование каллусной ткани. С 2015 г. ежегодно начал образовываться самосев в количестве 20-30 особей, которые мы передаем в другие ботанические учреждения. Введение данного вида в культуру в условиях Средней России позволит сохранить его как биологический вид.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№122042700002-6).

1. Скворцов А.К. Каштан зубчатый (*Castanea dentata* Marsh. I. Borkh.) в Москве // Бюл. ГБС. 2004. 188. С. 10–12.

2. Andrade G.M. et al. Sexually mature transgenic American chestnut trees via embryogenic suspension-based transformation // Plant Cell Rep. 2009. 28. P. 1385–1397.

3. Cipollini M. et al. Seed and seedling characteristics of hybrid chestnuts (*Castanea* spp.) derived from a backcross blight-resistance breeding program // New Forests. 2020. 51. P. 523–541.

4. Kim C. et al. Rescue of American chestnut with extraspecific genes following its destruction by a naturalized pathogen // New Forests. 2017. 48. P. 317–336.

5. Zhang S. et al. Evaluation of sites for the reestablishment of the American chestnut (*Castanea dentata*) in northeast Georgia, USA. Landscape Ecology. 2019. T. 34. № 4. С. 943-960.

DOI: 10.17581/paf2023.75

**Рутарии в дендрологическом саду САФУ имени И.М. Стратоновича**

**Сунгурова Н.Р., Стругова Г.Н., Страздаускене С.Р.**

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

*n.sungurova@narfu.ru*

Рутарии - это уникальные природные композиции, повышающие эстетическую привлекательность ландшафтных объектов. Исследования проводились в одном из старейших центров интродукции на Европейском Севере дендрологическом саду имени И.М. Стратоновича при Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова. Созданы живописные композиции, оформленные адаптированными к условиям Севера декоративными растениями: астильбы, хосты, ирисы, ветреница. Окаймляют композицию красивоцветущие сирень, бузина, рябинник. Помимо природных материалов (пней, частей стволов, корней и ветвей) рутарии дополняются с помощью щепы, древесной стружки, камней разных размеров, старинной утварью из керамики.

Рутарий (от английского слова «root» — «корень») — композиция, основой которой служат корни, пни, ветви крупных древесных пород. Обычно рутарии можно встретить в форме декоративных, живописных коряг.

Главным достоинством любого рутария является его уникальность, так как повторить композицию, создать полностью идентичные рутарии абсолютно невозможно. Объясняется такая уникальность тем, что рутарий готовят только на основе натуральных фрагментов дерева, а в природе двух одинаковых корней не существует [3].

Исследования проводились в одном из старейших центров интродукции на Европейском Севере дендрологическом саду имени И.М. Стратоновича при Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова. Природные условия района исследований характеризуются коротким прохладным летом, продолжительной многоснежной зимой. Средняя температура января составляет  $-12,5^{\circ}\text{C}$ , июля -  $+15,6^{\circ}\text{C}$ , количество выпавших за год осадков равняется 494 мм, средняя продолжительность вегетационного периода 110 дней [2].

Для повышения эстетической привлекательности небольших тенистых мест сотрудниками дендрария созданы живописные уголки - рутарии. Для этих целей использованы коряги необычной формы, изогнутые ветви и части ствола упавшего дерева, пни. Преимущество таких композиций в том, что их можно создать в любом месте участка. При этом ландшафтные композиции, созданные только из мертвых частей дерева, смотрятся очень таинственно. В основном, при формировании рутария применялось сочетание коряг, пней и живых цветов и кустарниковых растений [1].

Перед установкой собранный материал тщательно осматривался, вычищалась грязь и старая труха. В местах, где кора не прочно удерживалась на стволе и ветвях, ее удаляли. Для придания гладкости в некоторых местах дерево обрабатывалось наждачной бумагой. Для продления срока существования рутария, некоторые коряги обрабатывались антисептиком, а некоторые части - кипятком. Это выполнялось не только для продления жизни древесины, но и для избавления от вредных бактерий и личинок.

При формировании композиции расстановку элементов начинали с самых больших: крупные коряги и ветви надежно фиксировались.

В большинстве композиций на основе дерева в дендрологическом саду используются растения. Они оживляют, размещенные на территории коряги, делают рутарий более гармоничным, цельным, интересным. Папоротники, мхи и лишайники являются прекрасными растениями для северного рутария, но также используются молодило, очитки, седумы, альпийские травы, бегонии, маргаритки и петунии. Выбор растений зависит и от размеров

рутария. Чем меньше композиция, тем мельче должны быть ее зеленые жители, иначе, разрастаясь, они нарушат первоначальный замысел. Отбирая растения, важно обращать внимание на то, чтобы они были максимально нетребовательными и могли довольствоваться небольшим количеством влаги. Под посадку декоративных растений формируются специальные выемки для засыпки грунта и размещения корневой системы. Эти полости также покрываются антисептиком и жидкой гидроизоляцией.

Дополняются рутарии с помощью щепы, стружки, камней разных размеров. В таких композициях органично смотрится старинная утварь из керамики, небольшие садовые фигурки в виде сказочных персонажей (гномов, улиток), грибов.

Очень интересно среди коряг рутария смотрятся дикорастущие виды, к которым относятся небольшие ягодные кустарнички, например, брусника и черника, а также неприхотливая земляника. Выбор в пользу многолетников позволяет экономить время на уходе и посадке. Обязательным требованием к растениям на Севере является их зимостойкость, что значительно сокращает время и затраты на уход за композицией, и отражается на декоративности северного рутария.

Список литературы:

1. Горохов, В.А. Зеленая природа города [Текст]: учеб. пособие по направлению "Архитектура" Допущено УМО: 3-е изд., перераб. и доп./ В.А. Горохов. - Москва: Архитектура-С, 2012 (Специальность "Архитектура"). Т. 1,2,3. - 2012. – 527 с.
2. Администрация Архангельска. [Электронный ресурс] // Администрация МО «Город Архангельск», 2005-2021. Электрон. дан. URL: <https://www.arhcity.ru/?page=35/8>.
3. Как создать декоративный рутарий в саду без затрат и усилий. [Электронный ресурс] // Электрон. дан. URL: <https://sadrimum.ru/dekor/rutarij-voploshhaem-svoi-fantazii.html>

DOI: 10.17581/paf2023.76

***Primula mazurenkoea* А.Р. Khokhr. в Баунтовском районе Республики Бурятия**

**Шишмарева М.Л.**

Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия

*Shishmarevamarina201720162002@gmail.com*

В ходе многолетних экспедиционных флористико-геоботанических исследований кафедры ботаники БГУ им. Доржи Банзарова были исследованы известьсодержащие массивы в Баунтовском районе Республики Бурятия в бассейне рек Большой и Малый Амалат и в нижнем течении реки Уакит. Растительный покров всех обследованных участков неоднороден и характеризуется куртинностью, низким общим проективным покрытием, бедностью видового состава, но вместе с тем он интересен отклоняющейся экологией, связанной с особым микроклиматом на известняках, и нестандартными морфологическими признаками.

*Primula mazurenkoea* принадлежит к тундрово-высокогорной поясно-зональной группе, предпочитает известьсодержащие породы (в районе исследования является облигатным кальцефитом) и характеризуется эумезофитной экологией. Вид относится к группе эндемиков северного побережья Охотского моря, а также занесен в Красную книгу Магаданской области [1]. Нами были выявлены следующие местонахождения *Primula mazurenkoea* в Республике Бурятия: г. Орочёнка, левобережье ручья Березовый, окрестности с. Багдарин, левобережье р. Уакит [2].

Встречается *Primula mazurenkoea* редко в дриадово-кобрезиевых и осоково-злаково-разнотравных сообществах. Отмечен вид по южным, юго-восточным и северо-северо-западным склонам крутизной 2-40° на высотах от 980 м (г. Орочёнка) до 1204 м (левый берег ручья Березовый). Роль вида в сложении таких сообществ не велика, обилие вида колеблется в пределах 1, г и +. Для слабобугристого микро рельефа сообществ характерно содержание щебня (10-60%), пространств открытой почвы (15-20%), ветоши (20%) и фитогенных осоково-злаковых кочек. Общее проективное покрытие сообществ с участием примулы варьирует от 30 до 70%.

Экстремальность условий для развития кальцефитной растительности обусловлена слабым почвообразовательным процессом, почти полным отсутствием снежного покрова на южных склонах и высокой амплитудой температур. Также следует заметить, что низкорослость ксерофильных и разреженных травянистых и кустарничковых сообществ, в составе которых и наблюдалась *Primula mazurenkoea*, определяется интенсивным склоновым сносом, физико-химическими особенностями доломитовых пород и асимметричными формами рельефа.

Список литературы:

1. Красная книга Магаданской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Магадан, 2019. С. 229. – Пробатова Н.С. Род Первоцвет или Примула – *Primula* L.

2. Пыжикова, Е. М. О находке *Primula mazurenkoea* А.Р. Khokhr. (Primulaceae) в Республике Бурятия / Е. М. Пыжикова, И. Ю. Селютина, Н. К. Ковтонюк // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2023. – Т. 128, № 3. – С. 61-63.