

УДК 595.768.24 (470)

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ИНВАЗИЙНОГО ТАНДЕМА КОРОЕД – ФИТОПАТОГЕННЫЙ ГРИБ В СРЕДНЕУРАЛЬСКОМ МЕГАПОЛИСЕ

Ю. Н. Баранчиков¹, В. И. Пономарев², Н. В. Пашенова¹, А. А. Ефременко¹,
Д. Ю. Голиков², Г. И. Клобуков², Б. В. Красуцкий², Н. И. Кириченко¹

¹ Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

² Ботанический сад УрО РАН
620134, Екатеринбург, ул. 8 Марта 202а

E-mail: baranchikov_yuri@yahoo.com, v_i_ponomarev@mail.ru, pasnat@ksc.krasn.ru, efremenko2@mail.ru,
mit2704@gmail.com, klobukov_g_i@mail.ru, boris_k.63@mail.ru, nkirichenko@yahoo.com

Поступила в редакцию 28.11.2023 г.

Уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) и гриб grosмания Аошима (*Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Masuya & Yamaoka) формируют крайне агрессивный инвазийный тандем, поражающий пихту сибирскую (*Abies sibirica* Ledeb.) на протяжении почти всего ее ареала. Весной 2023 г. жук и его грибной ассоциант впервые были обнаружены в посадках пихты Ботанического сада УрО РАН в г. Екатеринбурге (Средний Урал). На момент обнаружения вредитель уничтожил и заселил более трети деревьев пихт на доступной посетителям территории и начал атаковать коллекцию видов пихт в дендрарии. Во всех галереях жуков найден фитопатоген grosмания Аошима. Часто встречались грибы из рода *Geosmithia* Pitt. Жуки вначале атакуют деревья пихты сибирской с наименьшим диаметром стволов. Из заселенных весной ослабленных деревьев уже в конце июля – начале августа начали вылетать жуки и заселять живые деревья. Из коллекции пихт в первую очередь заражались пихты из секции *Balsamea*: сибирская, бальзамическая (*A. balsamea* (L.) Mill.), шершавоплодная (*A. lasiocarpa* (Hook.) Nutt.), Фразера (*A. fraseri* (Pursh) Poir.), белокорая (*A. nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.), сахалинская (*A. sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.). Пихты секции *Grandis* несли следы единичных атак, а пихту цельнолистную (*Abies holophilla* Maxim.) (секция *Momi*) жуки не атакуют. Следы атак полиграфа были найдены и в парке-выставке, в 3.5 км от Ботанического сада, что свидетельствует о широком распространении инвазийного короеда в мегаполисе.

Ключевые слова: *Polygraphus proximus*, *Grosmannia aoshimae*, инвазия, Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Средний Урал, коллекция пихт.

DOI: 10.15372/SJFS20240112

ВВЕДЕНИЕ

Короеды (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) играют существенную роль в когорте инвазийных лесных насекомых – хозяйственно важных видов, расширяющих свои вторичные ареалы (Bark beetles..., 2015). Наиболее существенный ущерб хвойным лесам России в настоящее время наносят чужеродные виды – союзный короед (*Ips amitinus* (Eichhoff)) и уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) –

выходцы из Европы и Восточной Азии соответственно (Musolin et al., 2022). Очаги последнего в настоящее время зафиксированы на огромной территории – от восточного побережья Байкала до Московской области включительно (Кривец и др., 2015; Kerchev et al., 2023). Отсутствие данных по его распространению в ряде областей Западной Сибири и Севера Европейской части России объясняется в основном недостаточными исследованиями. В частности, широкое распространение вредителя в пермском Предуралье

© Баранчиков Ю. Н., Пономарев В. И., Пашенова Н. В., Ефременко А. А., Голиков Д. Ю., Клобуков Г. И., Красуцкий Б. В., Кириченко Н. И., 2024

(Полиграф..., 2023) и обширные очаги в северной части восточного макросклона Южного Урала в Челябинской области (Обследование..., 2023; и др.) позволяли ожидать наличия полиграфа и в пихтарниках Среднего Урала, особенно в районах, прилегающих к Транссибирской магистрали. Однако до последнего времени сведения об уссурийском полиграфе на Среднем Урале отсутствовали.

С уссурийским полиграфом, как и с большинством видов короедов, ассоциировано множество видов грибов (Пашенова и др., 2017; Pashenova et al., 2018), из которых некоторые, будучи фитопатогенами, ослабляют растение-хозяина и способствуют заселению дерева жуками. Зачастую фитопатогенные грибы-иммигранты могут поменять вид насекомого-носителя и, расширяя свой патогенный потенциал, использовать уже аборигенные виды ксилофагов для своего распространения (Jacobi et al., 2007; Kim et al., 2011; Taerum et al., 2013; Carrillo et al., 2014; Kostovčik et al., 2015). Тесная ассоциация уссурийского полиграфа с агрессивным офиостомовым грибом grosманией Аошимы (*Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Masuya & Yamaoka) формирует на пихтах (*Abies* Mill.) патогенный тандем, сходный по хозяйственной значимости с классическим примером – голландской болезнью вязов, вызываемой грибами рода *Ophiostoma* Syd. & P. Syd. и их основным переносчиком – струйчатым заболонником (*Scolytus multistriatus* (Marshall)) (Баранчиков, Пашенова, 2017).

Повсеместно во вторичном ареале уссурийского полиграфа его обнаружение в конкретном регионе происходит уже при нанесении им заметных повреждений. Так что не удивительно, что и на Среднем Урале вид был впервые обнаружен весной 2023 г. уже в его действующем очаге на территории Ботанического сада УрО РАН в г. Екатеринбурге. В настоящей статье приводятся первые результаты исследований в новом для инвайдера регионе – Среднем Урале.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ботанический сад УрО РАН расположен в юго-западной части г. Екатеринбурга (56°48' с. ш., 60°36' в. д.). Его площадь составляет около 45 га, включая территорию в 20 га, закрытую для посетителей (Дендрарий), на которой располагаются коллекции хвойных видов растений (рис. 1). На сегодняшний день в них

насчитывается 167 образцов древесных растений, в том числе 46 видов и 27 форм и сортов. Видовой состав коллекции следующий: род лиственница (*Larix* Mill.) – 6 видов (16 экз.), род ель (*Picea* A. Dietr.) – 13 видов и 25 сортов и форм (60 экз.), род сосна (*Pinus* L.) – 13 видов и 1 сорт (29 экз.), род псевдотсуга (*Pseudotsuga* Carr.) – 1 вид и 1 форма (6 экз.), род тсуга (*Tsuga* (Endl.) Carrière) – 1 вид (3 экз.), род пихта – 12 видов (53 экз.). Кроме деревьев пихт, включенных в коллекцию, на территории Ботанического сада произрастают деревья, не включенные в нее в связи с отсутствием информации об их происхождении.

Всего на территории Ботанического сада (открытой и закрытой для посещения) находится 234 дерева рода пихта (диаметр на высоте 1.3 м больше 5 см), не включенных в коллекцию, из них 209 экз. пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.).

Деревья пихты, не включенные в коллекцию, произрастают в основном куртинами, от 20 и более деревьев в куртине, но встречаются и отдельно растущие. Учет поражения деревьев уссурийским полиграфом проводили, опираясь на признаки, описанные в методическом пособии (Кривец и др., 2015): вертикальные потеки смолы на стволах, специфичные отпечатки маточных галерей на коре и лубе, погруженные в заболонь кукольные колыбельки. Жуков, имеющих 6-члениковые усики и специфическую форму булавы, не свойственную аборигенным видам рода полиграфы (*Polygraphus* Erichson) (Старк, 1952; Чилахсаева, 2010), определили до вида энтомологи Ботанического сада УрО РАН, определение было подтверждено в Институте леса им. В. Н. Сукачева СО РАН.

Для микологического анализа были отобраны образцы – пластины коры и подстилающей древесины пихты сибирской площадью около 1.5 дм². Пластины зачищали от внешней коры, и из мест, содержащих некротические пятна во флоэме и гнезда короедов, вырезали пластинки меньшего размера (2–3 × 3–5 см), которые разделяли на коровую и древесинную части. Описанные процедуры проводили по возможности стерильно. Обожженные в пламени части пластинок помещали в чашки Петри (диаметр 90 мм) на плотную питательную среду – сусло-агар, содержащий молочную кислоту (4 мл на 1 л среды) для ингибирования бактериального роста. Части пластинок располагали так, чтобы вскрытые гнезда короеда находились на их поверхности.



Рис. 1. Схема территории Ботанического сада УрО РАН в г. Екатеринбурге с указанием положения куртин пихт с пораженными уссурийским полиграфом деревьями на начало августа 2023 г. (синие кружки). Детально изученная куртина деревьев обозначена желтым кружком в красной окантовке.

Осмотр образцов с помощью стереомикроскопа МБС-9 (Россия) и фиксирование формирующихся колоний и грибных структур проводили еженедельно в течение 35 дней. Для изолирования в чистую культуру использовали мицелий вблизи крупных перитециев и капли слизи с вершины шейки перитециев. Питательной средой для изолирования и хранения культур было агаризованное неохмеленное пивное сусло (2° по Баллингу). Первичную идентификацию грибов выполнили на основании культуральных свойств и микроморфологических характеристик.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Ботаническом саду УрО РАН первое усохшее дерево пихты выявлено на территории, открытой для посетителей, в мае 2023 г. его удалили. Возраст дерева составлял 56 лет, диаметр на высоте 1.3 м – 18 см. На тот момент причи-

ну усыхания не устанавливали. В июле 2023 г. было отмечено порыжение хвои еще у нескольких деревьев в куртине пихт, растущих возле входа в Ботанический сад; возраст пораженных пихт – 50–60 лет. Их осмотр позволил выявить большое количество вылетных отверстий в коре (до 20 и более на 1 дм² (рис. 2, а). Смолотечение на этих деревьях отсутствовало. Однако потеки смолы появились на соседних живых деревьях пихт (рис. 2, б). На коре этих же деревьев обнаружено большое количество живых имаго полиграфа. Их сбор и морфологический анализ позволили установить принадлежность жуков к уссурийскому полиграфу. Инвентаризация деревьев пихт на территории Ботанического сада УрО РАН выявила наличие усохших или усыхающих деревьев в нескольких куртинах пихт как на открытом для посещения, так и на закрытом участках (рис. 1). Смолотечения на этих пихтах также не отмечено. Однако при удалении коры, характер маточных и личиночных ходов, а также кукольных камер указывали на то, что наибо-



Рис. 2. Поврежденные уссурийским полиграфом деревья пихты в Ботаническом саду УрО РАН, 14.08.2023 г.

а – летные отверстия на коре; *б* – свежее смолотечение при попытках заселения в августе 2023 г.; *в* – маточные и личиночные ходы на погибшем дереве; *з* – активное смолотечение на пихте сахалинской (*Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast.).

лее вероятная причина гибели пихт – заселение уссурийским полиграфом (рис. 2, *в*). При этом полиграф, как и в его сибирских популяциях, вначале атаковал наиболее угнетенные деревья с наименьшим диаметром стволов (Баранчиков и др., 2014). К примеру, из 35 деревьев пихты сибирской в крайней северо-западной куртине сибирских пихт (см. рис. 1) на конец сезона осталось 10 живых деревьев II и III категорий состояния (ослабленные, атакованы полиграфом, но не заселены), 17 деревьев IV и V категорий состояния (заселены, частично с вылетными отверстиями) и 8 деревьев старого сухостоя

с мертвой хвоей и вылетевшими жуками (VI категория).

Диаметр стволов на высоте 1.3 м в этом ряду постепенно и достоверно ($p < 0.05$) уменьшался: 18.9 ± 1.9 ; 14.1 ± 1.0 и 10.0 ± 1.3 см для групп II–III, IV–V и VI категорий состояния соответственно.

Активный лет имаго продолжался до третьей декады августа. В период лёта имаго значительно усилилось смолотечение на живых пихтах. Как и ранее, в первую очередь атакам подвергались деревья небольшого диаметра (16–18 см на высоте 1.3 м), находящиеся в непосредственной

близости от деревьев с вылетными отверстиями. Атак на деревья большего диаметра (больше 30 см) или находившихся в отдалении от куртин с усыхающими пихтами в июле, в начале августа не отмечено, однако к середине сентября и на этих деревьях появились смоляные потеки по всему стволу. Возможно, лет имаго продолжался и в сентябре. По-видимому, это связано с установившейся в г. Екатеринбурге в конце лета жаркой погодой. За август превышение нормы составило 1.6 °С; в первые две декады – 3.2 и 4.2 °С соответственно, с понижением на 2.1 °С ниже нормы в третьей декаде. В сентябре превышение составило 3.1 °С. В целом в вегетационный сезон 2023 г. температура была выше

среднемноголетних показателей: в мае – на 4.2 °С, в июне – в пределах нормы, в июле – на 2.9 °С выше нормы (Погода..., 2023).

В коллекции пихт к концу сезона отмечены атаки на все виды пихт, за исключением пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) (см. таблицу).

Наибольшее поражение наблюдали у деревьев пихты сибирской. Инвентаризация пихты сибирской в сентябре на территории Ботанического сада УрО РАН показала гибель 45 деревьев, еще у 42 деревьев зафиксировано заселение вредителем. Эти деревья являются в настоящее время источником распространения чужеродного вида короеда.

Таксоны рода пихта, представленные в коллекции Ботанического сада УрО РАН (г. Екатеринбург)

Секция / подсекция*	Вид	Источник поступления	Год поступления	Ареал	Число, шт.	Категория состояния**
<i>Balsamea / Laterales</i>	Пихта аризонская (<i>Abies lasiocarpa</i> var. <i>arizonica</i> (Merriam) Lemmon)	г. Рига, Саласпилс БС	1989	Запад Северной Америки	1	II
	П. субальпийская (<i>A. lasiocarpa</i> (Hook.) Nutt.)	То же	1982	То же	1	II
	П. бальзамическая (<i>A. balsamea</i> (L.) Mill.)	»	1986	Запад и север Северной Америки	1	II
<i>Grandis</i>	П. одноцветная (<i>A. concolor</i> (Gordon) Lindl. ex Hildebr.)	г. Минск, БС	1986	Запад Северной Америки	1	I
	То же	» »	1984	То же	1	II
	»	г. Рига, Саласпилс БС	1989	»	1	II
<i>Balsamea / Medianae</i>	П. Фразера (<i>A. fraseri</i> (Pursh) Poir.)	г. Москва, ГБС	1983	Восток Северной Америки	1	II
<i>Momi</i>	П. цельнолистная	г. Минск, БС	1984	Дальний Восток, Восточная Азия	1	I
	» »	Сахалинская область	1981	То же	4	I
	» »	г. Москва, ГБС	1987	»	1	I
<i>Balsamea / Medianae</i>	П. белокорая (<i>Abies nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim.)	г. Минск, БС	1986	Горы Дальнего Востока, Сахалина, Северной Кореи	1	II
<i>Balsamea / Medianae</i>	П. белокорая	г. Москва, ГБС	1987	Запад Северной Америки	1	II
	П. сахалинская	Хабаровский край, Красногорский лесхоз	1981	Юг Сахалина, Южные Курилы	20	II
<i>Balsamea / Laterales</i>	П. сибирская	Северо-Байкальский лесхоз, р. Душкочан	1978	Европа, Западная и Восточная Сибирь, Восточная Азия	14	I – IV

Примечание. Пихты корейская (*Abies koreana* E. H. Wilson), грациозная (*A. gracilis* Kom.) и белая (*A. alba* Mill.) находятся в имматурном состоянии, высота менее 1.5 м, диаметр менее 5 см, в таблице не приводятся. * По A. Farjon и K. D. Rushforth (1989). ** По С. А. Кривец и соавт. (2015).

Скорее всего, заселенных деревьев на территории сада значительно больше. Кроме пихты сибирской заселению подвергся один экземпляр пихты сахалинской (рис. 2, з) на участке, где расположена крайняя северо-западная куртина сибирских пихт, значительная часть которых погибла или заселена уссурийским полиграфом (см. рис. 1).

Кроме пихты сибирской здесь находятся 5 экз. пихты сахалинской (диаметр стволов более 30 см, высота 25 м), не включенных в коллекцию в связи с отсутствием данных об их происхождении. Остальные 4 дерева также подверглись активной атаке, но заселения на сегодняшний момент не зафиксировано.

Результаты этих наблюдений подтверждают связь относительной устойчивости видов пихт с их принадлежностью к разным секциям рода пихты. Так, в коллекции пихт Главного ботанического сада РАН (г. Москва) от нашествия полиграфа пострадали в первую очередь также виды секции *Balsamea* (Серая и др., 2014). Это объясняется особенностями строения коры указанных видов пихт (Астраханцева и др., 2023).

В целом необходимо констатировать, что на настоящий момент уже погибли или отмирают треть деревьев пихт, произрастающих на территории Ботанического сада. Первоначальное накопление короедного запаса и поражение деревьев проходили без признаков смолотечения, характерного для уссурийского полиграфа в районах инвазий. Возможно, эта особенность, а также дружный вылет части жуков в сезон заселения связаны с предварительно ослабленным состоянием атакованных весной пихт, а также с иссушением коры заселенных деревьев (Баранчиков и др., 2016). Активное смолотечение пихт наблюдали только во второй половине вегетационного сезона 2023 г. при освоении вылетевшими жуками новых, ранее не атакованных деревьев.

Микологический анализ образцов показал, что в тканях деревьев пихты сибирской, поврежденных уссурийским полиграфом, присутствовали крупные перитеции в разных стадиях развития (встречаемость в гнездах короеда 100 %). Как правило, зрелые сформированные плодовые тела были отмечены в маточных и личиночных ходах вредителя (рис. 3).

На поверхности тканей, прилегающих к гнездам уссурийского полиграфа, уже в первую неделю лабораторных наблюдений отмечали формирование новых плодовых тел в виде шарообразных оснований. Это указывает на то, что



Рис. 3. Шейки зрелых перитециев grosмании Аошима и погибший жук в маточном ходе уссурийского полиграфа на пихте сибирской.

мицелий данного гриба за вегетационный сезон распространился в коре вокруг гнезд на значительное расстояние.

При изолировании гриба в чистую культуру получены колонии, чьи культуральные и микроморфологические признаки соответствовали виду grosмании Аошима. Именно этот гриб выступает доминирующим микоассоциантом уссурийского полиграфа в первичном и вторичном частях ареала короеда (Пашенова, Баранчиков, 2013; Пашенова и др., 2017).

Были исследованы образцы коры с деревьев, показавших различную устойчивость к нападению уссурийского полиграфа.

1. Деревья, впервые подвергшиеся нападению вредителя и проявившие активный защитный ответ: признаки семейных гнезд отсутствовали, на коре в местах втачивания короедов отмечали небольшие округлые некрозы флоэмы с диаметром 5–9 мм (соответствует II–III категориям состояния по С. А. Кривец и др. (2015)).

2. Деревья, частично ослабленные из-за воздействия неблагоприятных факторов (скорее всего, предыдущих атак уссурийского полиграфа): признаки семейных гнезд отсутствовали, под корой в местах втачивания короедов отмечали овальные некрозы флоэмы, которые перестали увеличиваться достигнув длины 25–35 мм (III категория).

3. Деревья, переставшие сопротивляться нападению уссурийского полиграфа: хорошо развитые семейные гнезда вредителя, флоэма полностью бурая (IV категория состояния).

После раскладывания на плотную среду коры и древесины из устойчивых деревьев (группа 1) на поверхности образцов и вокруг них были отмечены колонии грибов из родов *Alternaria* Nees, *Aureobasidium* Viala & G. Boyer, *Botrytis* P. Micheli ex Pers., *Penicillium* Link и других неидентифицированных видов. Эти же виды грибов были связаны и с образцами коры, отобранными на менее устойчивых деревьях (группа 2). Но и в данном случае на поверхности древесных образцов в процессе инкубирования изредка развивались малочисленные группы перитециев grosмании Аошмы. Это позволяет предположить, что, хотя замедленная защитная реакция хозяина смогла остановить распространение мицелия grosмании Аошмы в коре, некоторое количество пропагул гриба (споры, конидии, мицелий) все-таки проникло в ствол и обеспечило дисперсное и ограниченное развитие фитопатогена еще до массового заселения дерева короедом.

Дополнительно следует отметить, что в образцах, содержащих развитые гнезда уссурийского полиграфа, были обнаружены конидиеносцы гриба (-ов) из рода *Geosmithia* Pitt, который также связан с данным видом короеда (Пашенова и др., 2017).

Предположительно, с уссурийским полиграфом, обнаруженным на Среднем Урале, связано еще несколько видов офиостомовых грибов, установленных в природных популяциях короеда на Дальнем Востоке и в инвазионных в Южной Сибири (Пашенова и др., 2017). Однако для более полного выявления всех микоассоциантов короеда необходимы дополнительные исследования, включающие отслеживание грибной сукцессии в ходах вредителя во времени, начиная с формирования брачных камер.

Источник заражения пихт уссурийским полиграфом на территории Ботанического сада УрО РАН на данный момент установить крайне сложно. Как правило, заражение связывают с грузовыми составами, перевозящими неокоренные стволы пихты по Транссибирской магистрали (Кривец и др., 2015). Город Екатеринбург является важным узловым пунктом на этой магистрали. Расстояние до ближайших железнодорожных станций, где могут отстаиваться такие составы (Шарташ, Путевка), составляет 5–6 км. Учитывая то, что после начала активного лёта имаго в Ботаническом саду УрО РАН отмечены следы атак с сильным смолотечением на немногочисленных пихтах в Дендрологическом парке-выставке (ул. 8 Марта, д. 37а), расположенном в 3.8 км от Ботанического сада, такое расстояние

хорошо летающие имаго уссурийского полиграфа преодолеть способны.

Следует отметить, на территории Свердловской области уссурийский полиграф был обнаружен позже, чем в примыкающих к нему регионах. Возможно, что он проник сюда значительно раньше, а активизация его деятельности связана с последними тремя засушливыми годами. Среднегодовая сумма осадков для г. Екатеринбурга, по данным Росгидромета России (2023), составляет около 534 мм. По данным метеостанции г. Екатеринбурга (id WMO 28440), за вегетационный период в 2021 г. выпало 446 мм осадков, в 2022 – 457 мм, в 2023 (по 8 ноября) – 392 мм (Погода..., 2023). Теплообеспеченность вегетационного сезона в эти годы значительно превышала среднемноголетние значения – 1357 градусо-дней при пороге 7 °C: 1626, 1436 и 1635 градусо-дней для 2021, 2022 и 2023 гг. соответственно.

Единственным эффективным способом ликвидации обнаруженного в Ботаническом саду УрО РАН очага короеда-инвайдера является осенне-зимняя вырубка зараженных (с зимующими жуками) пихт с обязательным уничтожением коры (если не всех стволов). При невозможности массового сжигания древесины в условиях мегаполиса можно рекомендовать складирование в штабеля распиленных на чурбаки стволов, поверхностную обработку их инсектицидами и тщательное изолирование штабеля толстой черной полиэтиленовой пленкой. Совершенно недопустим вывоз бревен с жуками за пределы очага. Оставшиеся экземпляры пихт до начала лёта жуков полиграфа (конец апреля – начало мая) должны быть поверхностно, по всей длине ствола, обработаны инсектицидами. Обработки необходимо проводить в течение последующих 2–3 лет с тщательным контролем наличия новых поселений вредителя. Именно таким путем удалось спасти от уссурийского полиграфа коллекцию пихт в Главном ботаническом саду РАН (г. Москва) в 2014–2017 гг. (Серая и др., 2018).

Работа выполнена в рамках базового проекта фундаментальных исследований ИЛ СО РАН № FWES-2021-0011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Астраханцева Н. В., Серая Л. Г., Пашенова Н. В., Коженкова А. А., Баранчиков Ю. Н. Анатомические особенности коры как фактор устойчивости видов пихт к заселению уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandf // Сиб. лесн. журн. 2023. № 5. С. 43–59.

- Баранчиков Ю. Н., Демидко Д. А., Лантев А. В., Петько В. М. Динамика отмирания пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа // Лесн. вестн. 2014. № 6. С. 132–138.
- Баранчиков Ю. Н., Демидко Д. А., Петько В. М. Влажность коры дерева-хозяина и вероятность летне-осеннего лёта жуков уссурийского полиграфа // IX чтения пам. О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. СПб: СПбГЛТУ, 2016. С. 5.
- Баранчиков Ю. Н., Пашенова Н. В. Ходим парой: о необходимости совместной оценки фитосанитарного риска инвазийной энтомо-микологической группировки // XV съезд Рус. энтомол. об-ва, Новосибирск, 31 июля – 7 августа 2017 г. Новосибирск: Ин-т систем. и экол. животных СО РАН, 2017. С. 41–42.
- Кривец С. А., Керчев И. А., Бисирова Э. М., Пашенова Н. В., Демидко Д. А., Петько В. М., Баранчиков Ю. Н. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений): Метод. пособие. Томск, Красноярск: Умиум, 2015. 48 р.
- Обследование насаждений пихты на заселенность уссурийским полиграфом в Челябинской области. Центр защиты леса Челябинской области. Новости, 21.07.2023. <https://chelyabinsk.rcfh.ru/presscenter/novosti/obsledovanie-nasazhdeniy-pikhty-na-zaselyennost-ussuriyskim-poligrafom-v-chelyabinskoy-oblasti/>
- Пашенова Н. В., Баранчиков Ю. Н. К идентификации *Grossmannia aoshimae* – специфичного грибного ассоцианта уссурийского полиграфа // Лесн. вестн. 2013. № 6. С. 106–112.
- Пашенова Н. В., Кононов А. В., Устьянцев К. В., Блинов А. Г., Перцова А. А., Баранчиков Ю. Н. Офиостомовые грибы, ассоциированные с уссурийским полиграфом на территории России // Рос. журн. биол. инваз. 2017. № 4. С. 80–95.
- Погода и климат, 2023. <http://www.pogodaiklimat.ru>
- Полиграф уссурийский – значительный инвазивный вредитель *Abies sibirica*. Центр защиты леса Пермского края. Новости, 24.11.2023. <https://perm.rcfh.ru/presscenter/novosti/poligraf-ussuriyskiy-znachitelnyy-invazivnyy-vreditel-bies-sib-rica/>
- Росгидромет России, 2023. <https://meteoinfo.ru/climatecities>
- Серая Л. Г., Пашенова Н. В., Мухина Л. Н., Дымович А. В., Александрова М. С., Баранчиков Ю. Н. Повреждаемость видов рода *Abies* Mill. в коллекции Главного ботанического сада РАН уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Bland. и его грибными ассоциантами // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участ., посвящ. 70-летию созд. Ин-та леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, 16–19 сентября 2014 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 652–655.
- Серая Л. Г., Пашенова Н. В., Демидко Д. А., Коженкова А. А., Ефременко А. А., Гниненко Ю. И., Баранчиков Ю. Н. Попытки химического контроля инвазивных популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* (Coleoptera: Curculionidae) // X чтения пам. О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: Материалы Междунар. конф., Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 г. СПб.: СПбГЛТУ, 2018. Т. 1: Насекомые и прочие беспозвоночные животные. С. 97–98.
- Старк В. Н. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 31. Короеды. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1952. 462 с.
- Чулахсаева Е. А. Обзор видов рода *Polygraphus* Erichson, 1836 (Coleoptera, Scolytidae) фауны Московской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2010. Т. 115. Вып. 3. С. 48–50.
- Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species / F. E. Vega, R. W. Hofstetter (Eds.). London, UK: Elsevier Acad. Press, 2015. 640 p.
- Carrillo D., Duncan R. E., Ploetz J. N., Campbell A. F., Ploetz R. C., Peña J. E. Lateral transfer of a phytopathogenic symbiont among native and exotic ambrosia beetles // Plant Pathol. 2014. V. 63. Iss. 1. P. 54–62.
- Farjon A., Rushforth K. D. A classification of *Abies* Miller (Pinaceae) // Not. Royal Bot. Garden Edinb. 1989. V. 46. Iss. 1. P. 59–79.
- Jacobi W., Koski R., Harrington T. C., Witcosky J. J. Association of *Ophiostoma novo-ulmi* with *Scolytus schevyrewi* (Scolytidae) in Colorado // Plant Disease. 2007. V. 91. N. 3. P. 245–247.
- Kerchey I., Bykov R., Ilinsky Yu. Expansion of the secondary range of *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae): invasion of Khamar-Daban mountains (Republic of Buryatia) // Acta Biol. Sib. 2023. N. 9. P. 1–11.
- Kim S., Harrington T. C., Lee J. C., Seybold S. J. *Lep-tographium tereforme*, sp. nov. and other Ophiostomatales isolated from the root-feeding bark beetle *Hylurgus ligniperda* in California // Mycologia. 2011. V. 103. Iss. 1. P. 152–163.
- Kostovčik M., Bateman M., Kolařík M., Stelinski L. L., Jordal B., Hulcr J. The ambrosia symbiosis is specific in some species and promiscuous in others: evidence from high-throughput community sequencing // ISME J. 2015. V. 9. P. 126–138.
- Musolin D. L., Kirichenko N. I., Karpun N. N., Aksenenko E. V., Golub V. B., Kerchey I. A., Mandelshtam M. Y., Vasaitis R., Volkovitsh M. G., Zhuravleva E. N., Selikhovkin A. V. Invasive insect pests of forests and urban trees in Russia: origin, pathways, damage, and management // Forests. 2022. V. 13. Iss. 4. Article: 521. 60 p.
- Pashenova N. V., Kononov A. V., Ustyantsev K. V., Blinov A. G., Pertsovaya A. A., Baranchikov Yu. N. Ophiostomatoid fungi associated with the four-eyed fir bark beetle on the territory of Russia // Rus. J. Biol. Invas. 2018. V. 9. N. 1. P. 63–74 (Original Rus. Text © N. V. Pashenova, A. V. Kononov, K. V. Ustyantsev, A. G. Blinov, A. A. Pertsovaya, Yu. N. Baranchikov, 2017, publ. in Ros. zhurn. biol. invaz. 2017. N. 4. P. 80–95).
- Taerum S. J., Duong T. A., Beer W. de, Gillette N., Sun J.-H., Owen D. R., Wingfield M. J. Large shift in symbiont assemblage in the invasive red turpentine beetle // PLoS ONE. 2013. V. 8. Iss. 10. Article: e78126. 12 p.

FIRST FINDINGS OF AN INVASIVE TANDEM BARK BEETLE – PHYTOPATHOGENIC FUNGUS IN THE MIDDLE URALS MEGALOPOLIS

Yu. N. Baranchikov¹, V. I. Ponomarev², N. V. Pashenova¹, A. A. Efremenko¹,
D. Yu. Golikov², G. I. Klobukov², B. V. Krasutskiy², N. I. Kirichenko¹

¹ V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch,
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

² Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch
8 Marta str., 202a, Yekaterinburg, 620134 Russian Federation

E-mail: baranchikov_yuri@yahoo.com, v_i_ponomarev@mail.ru, pasnat@ksc.krasn.ru, efremenko2@mail.ru,
mit2704@gmail.com, klobukov_g_i@mail.ru, boris_k.63@mail.ru, nkirichenko@yahoo.com

The four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) and the fungus (*Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Masuya & Yamaoka) form an extremely aggressive invasive tandem affecting Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) throughout almost its entire range. In spring 2023, the beetle and its fungal associate were first detected in fir plantings at the Botanical Garden, Ural Branch, Russian Academy of Sciences in the city of Yekaterinburg (Middle Urals). At the time of detection, the pest had destroyed and infested more than a third of the fir trees in the area accessible to visitors and had begun attacking the collection of fir species in the arboretum. The phytopathogen *G. aoshimae* was found in all beetle galleries. Fungi of the genus *Geosmithia* Pitt were frequently encountered also. The beetles first attacked Siberian fir trees with the smallest stem diameter. Beetles began exiting weakened trees infested in spring and infest live trees as early as late July – early August. From the fir collection, fir trees from the *Balsamea* section: Siberian fir, balsam fir (*A. balsamea* (L.) Mill.), subalpine fir (*A. lasiocarpa* (Hook) Nutt.), Frasier fir (*A. fraseri* (Pursh) Poir.), Khingan fir (*A. nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.), Sakhalin fir (*A. sachalinensis* F. Schmidt Mast.), were infested first. Firs of the section *Grandis* had traces of single attacks, and Manchurian fir (*Abies holophilla* Maxim.) (the section *Momi*) was not attacked by beetles at all. Traces of four-eyed fir bark beetle attacks were also found in the park-exhibition, 3.5 km far from the Botanical Garden, which indicates a wide distribution of the invasive bark beetle in the metropolis.

Keywords: *Polygraphus proximus*, *Grosmannia aoshimae*, infestation, Botanical Garden, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Middle Urals, fir collection.

How to cite: Baranchikov Yu. N., Ponomarev V. I., Pashenova N. V., Efremenko A. A., Golikov D. Yu., Klobukov G. I., Krasutskiy B. V., Kirichenko N. I. First findings of an invasive tandem bark beetle – phytopathogenic fungus in the Middle Ural megalopolis // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 1. P. 107–115 (in Russian with English abstract and references).