

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОРАЗНООБРАЗИЯ
НАЗЕМНОЙ БИОТЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ»
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ФНЦ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДВО РАН)

690022, г. Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159

тел.: (423) 231-04-10, e-mail: info@biosoil.ru



УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

чл.-корр. РАН, д.б.н.

Андрей Анатольевич Гончаров

«28» сентября 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук на диссертационную работу Керчева Ивана Андреевича «Инвазии насекомых-дендрофагов как феномен проникновения чужеродных и формирования новых микроценозов», представленную к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.14 - Энтомология

Актуальность темы. В настоящее время биологические инвазии насекомых-дендрофагов способны существенно изменять состояние лесных экосистем, их структурное разнообразие и функционирование. Вспышки жуков-короедов способны вызывать массовое усыхание древостоя и изменять структуру лесных сообществ. Их последствия определяются не только воздействием самого насекомого, но и взаимодействием с растением-хозяином, симбиотическими микроорганизмами и другими организмами, связанными с заселённой древесиной. Международные исследования подчеркивают важное значение таких связей для инвазионного процесса, однако их роль в трансформации лесных экосистем изучена недостаточно.

В Сибири эта проблема имеет практическое и научное значение в связи с распространением уссурийского (пихтового) полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894), вызывающего усыхание пихты сибирской, и проникновением союзного (многоходового) короеда (*Ips amitinus* (Eichhoff, 1871), освоившего сосну сибирскую. Изучение этих видов как компонентов связанных с ними сообществ позволяет выявить особенности формирования новых биотических связей и оценить последствия инвазий для лесных консорциев. Таким образом, тема диссертационной работы И.А. Керчева актуальна и направлена на решение закономерностей проникновения чужеродных жуков-дендрофагов, их взаимодействия с аборигенной биотой и формирования новых сообществ. Решение этих задач важна для понимания динамики лесных экосистем и совершенствования мониторинга инвазионных вредителей.

Научная новизна. Диссертантом разработан и обоснован концептуальный подход к изучению биологических инвазий, в рамках которого проникновение короедов-дендрофагов рассматривается как вселение не отдельных видов-вредителей, а связанных с

ними биологических систем - микроценозов. Обосновано использование понятия «инвазия микроценоза» для обозначения функциональной единицы биологического вторжения, обладающей эмерджентными свойствами. Предложенный подход позволяет перейти от анализа отдельных парных взаимодействий к изучению структуры и функционирования инвазионного сообщества в целом. Для двух модельных видов короедов, получен целостный комплекс данных о формировании микроценозов в Сибири и выявлены общие закономерности этого процесса. Показано, что инвазия сопровождается совместным проникновением короедов с ядром нативных микробных сообществ, а в новом ареале исходный микроценоз дополняется аборигенными видами. В результате формируется новая консортивная структура, характерная для региона инвазии. Впервые описаны и проанализированы процессы консорциогенеза - формирование новых консортивных связей между чужеродным микроценозом и аборигенной биотой, приводящих к трансформации коренных лесных сообществ. Показано, что инвазии микроценозов связаны с сукцессионными изменениями в таежных экосистемах.

Теоретическая и практическая значимость. Автором расширены представления о механизмах биологических инвазий, в качестве новой концептуальной единицы рассмотрена системная категория «инвазия микроценоза». Предложен интегративный методологический подход, сочетающий полевые, экспериментальные, молекулярно-генетические и биоинформатические методы, который может служить моделью для исследования других инвазионных систем. Такой подход позволяет по-новому интерпретировать агрессивность стволовых дендрофагов, их способность к колонизации новых растений-хозяев, устойчивость инвазионных популяций и формирование новых консортивных связей в экосистемах-реципиентах. Практическая значимость диссертации связана с возможностью использования полученных данных для разработки систем раннего выявления, мониторинга и прогноза распространения опасных видов короедов.

Общая оценка работы. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы и 4 приложений. Работа изложена на 379 страницах и включает 64 рисунка и 15 таблиц, 448 библиографических источников, в том числе 315 на иностранных языках.

Во **Введении (стр. 6-21)** описывается актуальность исследования, цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту. Также приведены сведения о количестве публикаций, в которых представлены основные защищаемые положения работы и апробации полученных результатов.

В **Главе 1 (стр. 22-33)** на основе анализа литературных источников рассмотрена экологическая и хозяйственная роль жуков-короедов (Scolytinae) как ключевых компонентов лесных сообществ, инициирующих деструкцию древесины и формирующих в своих ходах специфическую среду для широкого спектра ассоциированных организмов. Диссертантом показана фрагментарность существующих знаний и отсутствие комплексного подхода к изучению сообществ, ассоциированных с инвазионными короедами, обоснована необходимость введения концепции «инвазии микроценоза», сформулированы основные рассматриваемые понятия для последующего эмпирического изучения инвазий модельных видов.

В **Главе 2 (стр. 34-73)** подробно описаны объект, районы и методы исследования. Обосновано применение интегративного подхода, сочетающего методы полевой экологии, экспериментальной биологии, молекулярной генетики, биоинформатики и пространственного анализа.

Глава 3 (стр. 74-123) содержит результаты исследований по комплексной экологической характеристике двух модельных видов стволовых вредителей - уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*) и союзного короеда (*Ips amitinus*). Диссертантом установлено, что проникновение обоих видов в Сибири имеет антропогенную природу, основным путем является Транссибирская железнодорожная магистраль. У модельных видов выявлена высокая трофическая пластичность, высокий

репродуктивный потенциал (плотность заселения, плодовитость), что делает их эффективными видами-детерминантами (эдификаторами), чья инвазия сопровождается инвазией целостных симбиотических комплексов (микроценозов). Проведенное сравнение экологии видов, позволило автору выделить общие черты их экспансии и различия, связанные с их происхождением и биологией. В главе обсуждаются антропогенный путь проникновения, роль транспортных коридоров, снижение генетического разнообразия в инвазионных популяциях, переход на новые, филогенетически близкие хвойные породы и высокая репродуктивная способность в регионе вселения.

Глава 4 (стр. 124-179) посвящена изложению результатов исследования поведения короедов и коммуникационным механизмам, влияющим на заселение деревьев и динамику микропопуляций. Основной объем главы занимает исследование акустической коммуникации *P. proximus*. Диссертантом описаны морфология стридуляционного аппарата, типы сигналов и их связь с поведением вида, температурой и взаимодействиями между особями. Экспериментально оценивается влияние воспроизводимых сигналов на поведение и микропопуляционные характеристики жуков. В заключении коммуникационные системы рассматриваются как часть экологических связей короеда с сородичами и естественными врагами, способная влиять на распределение особей и использование кормового ресурса.

В **Главе 5 (стр. 180-243)** исследуются ассоциированные с двумя модельными видами микроценозы и сопоставляются данные по первичным и инвазионным ареалам. У модельных видов короедов проанализированы бактериальные и грибные сообщества, эндосимбионты, нематоды, клещи и насекомые-спутники. Выявлены географические различия в составе микробных ассоциантов, предполагаемая устойчивость отдельных компонентов, а также биологические свойства и взаимодействия в системе «хозяин-паразит-патоген». Автором выявлены общие черты и видовые различия в составе микроценозов, обсуждены устойчивые компоненты сообщества и изменчивая периферия, формирующуюся при включении аборигенных видов.

Глава 6 (стр. 244-270) посвящена изменениям консорциев пихты сибирской и кедра сибирского под влиянием инвазий *P. proximus* и *I. amitinus*. Диссертантом описан состав и структура комплексов стволовых дендрофагов, связанных с каждой древесной породой, и прослеживает изменения их численности, видового состава и последовательности заселения деревьев. Для объяснения различий между двумя системами применяется концепция «скользящей устойчивости». Уссурийский (пихтовый) полиграф, согласно этой концепции, занимает раннюю позицию в сукцессии заселения пихты и перестраивает сложившуюся последовательность взаимодействий в сторону упрощения консорции и доминирования инвайдера. Союзный (многоходовый) короед меняет характер повреждения дерева и связанную с ним сукцессионную траекторию, что сопровождается изменением роли аборигенных дендрофагов.

В **Главе 7 (стр. 273-291)** объединены данные о трофической пластичности короедов и результаты биоклиматического моделирования. И.А. Керчевым сопоставлены прогнозные карты с известным распространением короедов и проанализированы различия климатических ограничений модельных видов короедов. Автором сформулированы направления мониторинга и профилактических мер, которые учитывают кормовые растения, климатическую пригодность территорий, генетические особенности популяций и наблюдения на интродуцированных деревьях. Таким образом, глава связывает результаты предыдущих частей работы с оценкой возможного дальнейшего распространения видов и связанных с ними сообществ.

Обоснованность результатов исследования. Обоснованность и достоверность представленных в диссертации материалов характеризуется объемом и шириной географического охвата полевых данных. Объем и набор использованных подходов адекватны поставленным в исследовании целям и задачам, полученные результаты позволяют делать обоснованные выводы и доводы в защиту сформулированных положений диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 44 научные работы, из них 43 статьи индексируются в международных базах данных Web of Science и Scopus, 4 главы коллективных монографий и научных изданий.

Личный вклад автора. Диссертант непосредственно принимал участие во всех этапах исследования: в планировании и проведении исследований, сборе полевого материала, разработке ряда методик, обработке, анализе и интерпретации полученных данных. Обобщение результатов и формулировка выводов осуществлялись автором лично или при его непосредственном участии.

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы, изложен с соблюдением требований, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к авторефератам диссертаций.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования. Полученные автором результаты исследования могут быть использованы для разработки систем мониторинга, раннего обнаружения и прогноза развития очагов насекомых-ксилофагов, а также для разработки микробиологических препаратов для защиты растений от опасных вредителей лесных насаждений.

По работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. На наш взгляд название диссертационной работы слишком общее. К нему следовало бы добавить таксономическое положение изучаемой группы - на примере жуков-короедов (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae).

2. В работе отдельные OTU/ASV названы видами по сходству с записями GenBank, иногда на основании процента идентичности. Известно, что совпадение последовательности ITS2 не гарантирует видовую идентификацию, особенно у дрожжей и близких видов офиостомовых грибов. Обычно для видовой идентификации используются длина и качество выравнивания, покрытие, качество референса и т.д., а также подтверждение дополнительными локусами.

3. Термины и словосочетания «функциональное ядро», «функционально сбалансированный комплекс» и утверждение о том, что представители семейства Enterobacteriaceae отвечают за питание и детоксикацию фитотоксинов, требуют функциональных данных (shotgun-метагеномики, транскриптомики, метаболомики изолятов с фенотипическими тестами и др.). Ампликонные 16S/ITS2-профили показывают таксономические маркеры, но не наличие генов, экспрессию или вклад микробов в метаболизм хозяина. Поэтому переносить функции близких видов на обнаруженную последовательность и литературные данные нельзя. На наш взгляд допустимо говорить о «таксонах, потенциально связанных с...», а не о доказанной функции сообщества.

4. Невозможно согласиться с доводами автора о том, что совместная встречаемость микроорганизмов и жука в разных точках является доказательством совместного переноса, или коадаптации. Для установления этих закономерностей, необходимо исследовать филогеографическую конгруэнтность хозяина и симбионтов, сравнение генетических линий, либо провести эксперименты по передаче и эффектам ассоциантов. Поэтому представленные заключения можно рассматривать как гипотезы для дальнейшей проверки.

5. Какие критерии, по мнению автора, позволяют считать переносимый комплекс организмов именно «микроценозом», а не совокупностью ассоциированных симбионтов?

6. Можно ли распространить предложенную модель «инвазии микроценоза» на другие группы насекомых-ксилофагов, например усачей, златок и т.д., или она в наибольшей степени применима именно к короедам с их характерной системой переносимых симбионтов?

7. Какие компоненты микроценоза являются наиболее перспективными индикаторами раннего выявления инвазии?

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа И.А. Керчева является завершённой научно-исследовательской работой, отвечающей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Заключение о соответствии диссертации предъявляемым требованиям.

Диссертационная работа Керчева Ивана Андреевича «Инвазии насекомых-дендрофагов как феномен проникновения чужеродных и формирования новых микроценозов» является законченным, самостоятельным и научно значимым исследованием, в котором решена крупная научная проблема, связанная с выявлением закономерности инвазий стволовых дендрофагов и формированием новых микроценозов в лесных экосистемах Сибири. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие энтомологии, инвазионной биологии, лесной экологии и фитосанитарного прогнозирования. По содержанию, актуальности, новизне, научному и методологическому уровню, практической ценности полученных результатов работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с последующими изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук, а ее автор Керчев Иван Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.14. - Энтомология.

Отзыв на диссертацию И.А. Керчева обсужден и одобрен на научном семинаре лаборатории энтомологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (протокол № 02 от «26» сентября 2026 г.).

Доктор биологических наук
по специальности 03.00.09 (1.5.14) - Энтомология,
заведующий лабораторией энтомологии,
профессор



Аркадий Степанович Лелей

Кандидат биологических наук
по специальности 1.5.14 - Энтомология,
Заместитель директора по научной работе



Александр Витальевич Куприн

Сведения о ведущей организации:

690022, г. Владивосток, пр-т. 100-летия Владивостока, д. 159, тел.: (423) 231-04-10, e-mail: info@biosoil.ru, официальный сайт организации: <https://biosoil.ru/>.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН).

