

## Комплексы наземных членистоногих в зоне техногенного воздействия Норильского горнопромышленного комбината

А. В. ГУРОВ<sup>1</sup>, Н. Н. ГУРОВА<sup>2</sup>, В. М. ПЕТЬКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок  
E-mail: gurov@ksc.krasn.ru

<sup>2</sup> Сибирский государственный технологический университет  
660049, Красноярск, просп. Мира, 82  
E-mail: nina-guro@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

В полевые сезоны 2008–2009 гг. проведено эколого-энтомологическое обследование ряда ключевых участков Норильского промышленного района, подверженных техногенному воздействию различной интенсивности. Оценивались состав и биоразнообразие энтомокомплексов, а также трофическая активность основных индикативных групп членистоногих в зависимости от удаленности источников выбросов поллютантов. Отмечено гибкое реагирование филофагов на интенсивность техногенного воздействия. Обращается внимание на необходимость мониторинга в пограничных участках нарушенной зоны.

**Ключевые слова:** Норильский промышленный район, техногенное воздействие, наземные членистоногие, герпетобионты, ксилофаги, филофаги.

Беспозвоночные, а в особенности членистоногие, считаются чувствительными биоиндикаторами изменений экологической обстановки. Их распространение и пищевая специализация на несколько порядков шире, чем у млекопитающих, не говоря уже о миграционных возможностях путем как активного, так и пассивного перемещения. Малые размеры и пойкилотермность подразумевают сильную зависимость этих организмов от общих и локальных климатических условий, но в то же время делают их менее зависимыми от объема кормового ресурса и защищенности местообитаний. Членистоногие, особенно почвенные (герпетобионты) зоофаги и сапрофаги, часто используются в качестве биоиндикаторов

экологической обстановки с учетом, в частности, антропогенных нарушений [Гиляров, 1965; Мордкович, 1977; Приставка, 1984; Стриганова, Порядина, 2005; Brandmayr, 1983; Bohác, Fuchs, 1991; van Straalen, 1996; и др.]. Этому способствуют обилие рассматриваемых организмов в самых различных местообитаниях, а также относительная простота их сборов. Индикаторными способностями, но в меньшей степени, обладают так называемые ресурсозависимые членистоногие, в основном насекомые: ксилофаги и филофаги. Ресурсозависимость достаточно строго связывает их распространение с наличием кормового ресурса. Однако в присутствии сразу двух “посторонних”, помимо кормового, лимитирующих

факторов, а именно климатических условий Крайнего Севера и антропогенного воздействия, индикаторные возможности этой группы возрастают. Экологический мониторинг, основанный на изучении комплексов насекомых, является одним из методов ранней диагностики жизненного состояния лесных насаждений. Изменение видового состава группировок, плотности популяций отдельных видов и их групп при сравнении энтомокомплексов в ряду сходных биотопов свидетельствует о наличии внешнего воздействия на биоценоз [Биоиндикация..., 1988].

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе комплексной оценки состояния природной среды в зоне техногенного влияния Норильского горнопромышленного комплекса (НГПК) в полевые сезоны 2008–2009 гг. осуществлены общие сборы насекомых и прослежена пространственная динамика трофической деятельности различных экологических групп членистоногих.

Определялись размещение и трофическая активность трех групп членистоногих: герпетобионтов (напочвенных), ксилофагов (потребителей древесины) и филлофагов (потребителей листвы деревьев и кустарников). Параллельно основным наблюдениям проводился общий учет видового состава членистоногих, включая хортобионтов (обитателей травяного яруса), на всех ключевых участках, где в ходе комплексных исследований уже осуществлены почвенные, геоботанические и лесоводственные описания на разном, строго фиксированном с помощью GPS расстоянии от источников техногенных выбросов. Видовое богатство и общая численность наземных членистоногих определялись в ходе маршрутных визуальных наблюдений, ручных сборов, энтомокошения, учетов повреждений стволов и листового аппарата, а также отловов в почвенные ловушки.

Комплекс насекомых, обитающих на травянистых растениях, оценивался методом энтомокошения [Козлов, Зверева, 1991]. В пределах пробных площадей, а в случае отсутствия травянистого покрова в непосредственной близости от них, выполнялось по 50 взмахов стандартным экологическим сачком, по-

сле чего пойманные насекомые извлекались и подсчитывались. Учет обитателей напочвенно-подстилочного комплекса членистоногих (герпетобий) осуществлялся с помощью отловов в стандартные почвенные ловушки в полевой сезон 2009 г. [Тихомирова, 1975; Гиляров, 1987]. Предположено [Obrtel, 1971], что 5–10 ловушек достаточно для выявления доминантных видов в сообществе наземных жесткокрылых, 8–10 – для оценки соотношения численности и 10–12 – для оценки активной (динамической) плотности основных видов, однако обусловлена достаточность десяти ловушек на пробную площадь. На каждой площади устанавливалось по две линии почвенных ловушек, представленных пластиковыми стаканчиками объемом 200 мл и диаметром горловины 65 мм. Линия состояла из пяти ловушек. Расстояние между ловушками составляло 1 м, а расстояние между линиями – 10 м. В качестве фиксирующей жидкости использовался промышленный этиленгликоль (тасол).

Учет активных насекомых-ксилофагов, а также следов наличия вредителей прошлых лет проводился в лесных урочищах, где произрастают основные лесобразующие породы (лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., ель сибирская *Picea obovata* Ledeb., береза бородавчатая *Betula verrucosa* Ehrh.), а также в бывших лесотундровых редколесьях, погибших ранее в результате техногенных выбросов. В живых древостоях пробные площади закладывались в лиственничнике с елью можжевельниково-мелкотравном, лиственничнике с елью кустарниково-мелкотравном и в лиственничнике с березой хвощево-вейниковом. При анализе модельных деревьев определялась порода и возраст дерева, диаметр и высота ствола, заселенность ксилофагами с указанием районов поселения по видам вредителей, плотность поселения популяции по фазам развития насекомого на единицу боковой поверхности ствола дерева. Стволы модельных деревьев распиливались на метровые участки с определением общей поверхности и пересчетом выходных отверстий и измерением их диаметра.

Учет повреждений листового аппарата проводился на кустарниковых видах ив (*Salix viminalis* L., *S. lanata* L. и *S. sp.*). В полевой сезон 2008 г. наблюдения проводились в

приручейных разнотравных ивняках (ива прутовидная *S. viminalis*), в 2009 г. – в основном на иве мохнатой *S. lanata*. Отбор листы для оценки трофической деятельности членистоногих проводился во внешних и периферийных частях куртин ивы. В работе И. А. Богачевой [1984] указано, что в условиях Субарктики освещенность – важный экологический фактор, формирующий предпочтение филлофагами различных частей кроны. На каждой пробной площади с десяти кустов отбиралось по пять вершинных побегов ветвей, несущих не менее 20 листьев. Таким образом, на точку изначально приходилось по 50 модельных ветвей и не менее 1000 листьев. Отбор образцов производился в конце сезона, когда освоение листы филлофагами практически заканчивается [Козлов, Зверева, 1991]. Учитывались повреждения, нанесенные группами членистоногих-филлофагов: открыто и скрыто живущими с грызущим типом ротового аппарата, а также сосущими в галлах. Трофическая активность филлофагов оценивалась показателем уровня освоения кормовой базы, выражаемым процентом листы, поврежденных конкретной группой членистоногих, от их общего числа, принятого за 100 % [Гуров, Петренко, 1986, 1988; Гурова, Гуров, 2011]. Характер освоения листы ивы потребителями достаточно четко зависит от нарушенности среды выбросами предприятий промышленного комплекса. Это выражается в соотношении уровней освоения листы открыто живущими (краевые погрызы, прогрызы, скелетирование) и скрыто живущими (галлы, мины) членистоногими. Процент листы, поврежденных скрыто живущими филлофагами, т. е. галлообразователями и минерами, резко возрастает по мере нарушенности среды, что полностью согласуется с выводами А. В. Селиховкина [1988]. Кроме того, впервые применен метод оценки *интенсивности* освоения листовых пластинок. Например, 100 % листы из пробы могли быть освоены галловыми клещиками (Acarina, Eriophyoidea), но количество галлов на одной листовой пластинке колебалось от одного до нескольких десятков. Рассчитано среднее число галлов на листовую пластинку в пробе и на ключевых участках с учетом удаления от источника выбросов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Общий обзор энтомофауны.** Подобная обзорная оценка по Норильскому району дается впервые. В ходе отловов, визуальных наблюдений и ручных сборов выявлено около 90 видов наземных членистоногих, относящихся к 11 отрядам и, предположительно, 41 семейству. В табл. 1 приведены данные о потенциально индикативных видах. Анализ уловов насекомых, обитающих на травянистых растениях, выявил их крайне бедный видовой состав. При энтомокошении обнаружено всего восемь видов, относящихся к четырём отрядам.

**Герпетобионтные жесткокрылые.** Представлены в основном жужелицами (Coleoptera, Carabidae) при столь же низкой численности и активной плотности, что и в случае хортобионтных насекомых (см. табл. 1). Практически можно указать на восемь видов, отловленных в различных местообитаниях в количестве 1–2 экземпляров вне реальной привязки к степени поврежденности среды (табл. 2). Однако даже в случае такой низкой представленности отмечено повышенное присутствие жужелиц в зонах сильной поврежденности в противоположность сравнительно нетронутым и условно фоновым ключевым участкам, где эта группа насекомых вообще не зарегистрирована.

Вполне возможно, что отмеченные низкая численность и динамическая плотность жужелиц связаны с поздним периодом сборов. Однако следует учитывать данные, указывающие на общую тенденцию к снижению плотности популяций педо- и герпетобионтов в условиях сурового климата Субарктики [Стриганова, Порядина, 2005].

**Насекомые-ксилофаги.** Учитывая альтернативные факторы повреждения, следует отметить, что на всех участках преобладает III категория состояния живых деревьев, однако велика также доля деревьев, относящихся ко II категории. Соотношение категорий на всех площадях, подверженных слабому техногенному воздействию, приблизительно одинаково (рис. 1). Эти показатели свидетельствуют о схожей резистентности обследованных древостоев по отношению к насекомым, так как степень ослабления указывает на привлекательность древостоя для

Т а б л и ц а 1

**Таксономический состав\* и частота встречаемости\*\* индикативных видов членистоногих на основных ключевых участках района исследований в период наблюдений 2008–2009 гг.**

Таксономическая принадлежность	Ключевой участок							
	Число видов	Оганер	Ергалах	Рыбная-Орон	Рыбная-изба	Валек	Талнах	Бога-нидское
Acarina – Клещи (Eriophyoidea)	1–2	+++	++++	++	++	++	++	+ (?)
Aranei – Пауки – Lycosidae	2–3	+++	+++	+++	++	++	++	++
Orth., Acrididae – Саранчовые	3	++	+++	+++	++	+	++	++
Hom., Cicadellidae – Цикадки	1–2	–	++	+++	–	–	+	+ (?)
Hom., Adelgidae – Хермесы	1	–	–	–	–	–	++	+ (?)
Hem., Miridae	2	–	++	–	–	++	++	+ (?)
Col., Carabidae – Жужелицы	7–8	++	++	++	–(?)	–(?)	+	–(?)
Col., Cerambycidae – Усачи	3	–	+++	+++	+++	+	++	–
Col., Chrysomelidae – Листоеды	5	–	+	++	–	–	+	+ (?)
Col., Scolytidae – Короеды	1	–	–	–	–	+	+	– (?)
Lep., Tortricidae – Листовертки	2–3	–	+	++	–	+	–	+ (?)
Hym., Tenthredinidae	5	–	++	++	–	+	–	++ (?)

П р и м е ч а н и е. \*Число видов: предварительные данные наблюдений и сборов будут уточняться в ходе дальнейшей камеральной обработки и определения. \*\* Частота встречаемости: + редкий, ++ обычный; +++ часто встречающийся, ++++ многочисленный вид. Orth. – Orthoptera; Hom. – Homoptera; Hem. – Hemiptera; Col. – Coleoptera; Lep. – Lepidoptera; Hym. – Hymenoptera. (?) – данные требуют уточнения.

ксилофагов, а доступные кормовые объекты для них имеют большее значение, чем экологические параметры биоценоза в целом.

Осмотр 200 деревьев на двух пробных площадях, подвергающихся слабому техногенному воздействию, показал практически полное отсутствие каких-либо следов заселения живых деревьев насекомыми-ксилофагами. Даже на усыхающих и сухостойных деревьях IV–VI категорий санитарного состояния не обнаружено никаких признаков заселения. Лишь одна ель VI категории (что составляет 0,5 % от числа осмотренных) была в прошлом заселена короедом *Pityogenes* sp.

При обследовании погибших в результате воздействия комбината деревьев в бывших тундровых редколесьях выявлено, что перед полным усыханием 100 % деревьев подверглись массовому нападению малого черного хвойного усача *Monohamus sutor* L. Кроме высокой относительной заселенности (доля заселенных деревьев, %) абсолютная заселенность (количество особей на одно дерево) также была велика, от 114 до 210 шт. вышедших взрослых насекомых. Это свидетельствует по крайней мере о таком же количестве личинок, достаточного для гибели дерева. Данные по степени заселения дере-

Т а б л и ц а 2

**Жужелицы (Coleoptera, Carabidae), отмеченные на ключевых участках в зоне воздействия НГПК в полевой сезон 2009 г.**

Таксономическая принадлежность	Число экземпляров	Ключевой участок	Степень повреждения
<i>Carabus henningi</i> Fischer von Waldheim., 1817	2	Ергалах, Рыбная – Орон	Очень сильная – сильная
<i>Diacheila polita</i> (Fald., 1835)	1	Оганер	Очень сильная
<i>Blethisa multipunctata</i> (L., 1758)	1	Рыбная – Орон	Сильная
<i>Pterostichus</i> sp.	1	Оганер	Очень сильная
<i>Elaphrus sibiricus</i> Motschulsky, 1844	1	Рыбная – Орон	Сильная
<i>Elaphrus splendidus</i> Fischer von Waldheim, 1828	1	Рыбная – Орон	Сильная
<i>Miscodera arctica</i> (Payk., 1798)	1	Оганер	Очень сильная
<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	2	Рыбная – Орон	Сильная

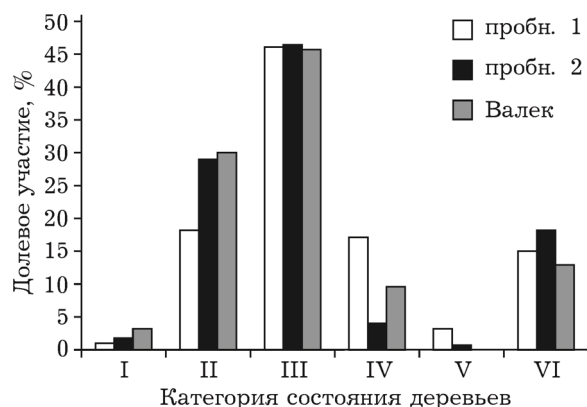


Рис. 1. Распределение основных лесообразующих древесных пород по категориям санитарного состояния на пробных площадях ключевых участков

вьев, указывают на наличие серьезных нарушений обследованных биоценозов в предшествующие годы. В здоровом лесу численность ксилофагов на деревьях, отмирающих в процессе естественного развития древостоя, поддерживается на минимальном уровне, т.е. такие насаждения не могут служить очагами массового размножения. Очень низкая численность стволовых вредителей на пробных площадях в зоне слабого повреждения указывает на то, что процессы ослабления и отмирания деревьев в этих древостоях естественны.

**Членистоногие-филлофаги.** Наличие на листьях ивы различных типов повреждений, наносимых насекомыми-филлофагами, позволило определить долю участия отдельных групп в освоении кормовых объектов. Выявлено наличие следующих типов повреждения листовой пластинки: краевые погрызы, прогрызы (сквозные отверстия, выгрызенные в листовой пластинке), поверхностное скелетирование (несквозное выедание участков листовой пластинки без повреждения жилок), галлообразование (отмечено пять типов галлов), минирование (выедание полостей в листовой пластинке без повреждения кроющего эпителия). Проколы, т.е. повреждения листовой пластинки членистоногими с колюще-сосущим ротовым аппаратом, не учитывались, поскольку в конце вегетационного периода подобный учет дает слишком большую ошибку. Для каждого образца определен уровень освоения листьев филлофагами, наносящими повреждения перечисленных типов.

Доля участия этих групп в освоении листьев в районах с разной степенью техногенной нагрузки по наблюдениям 2008 г. приводится на рис. 2.

Отмечена более высокая освоенность листьев филлофагами на участках, сильнее подверженных техногенному воздействию (Ергалах и Оганэр), явно численно преобладают следы питания, оставленные группой открыто живущих грызущих филлофагов. Вероятно, листогрызущие насекомые являлись в сезон 2008 г. самой многочисленной группой в обследуемом районе. Почти во всех пробах отмечена пониженная численность скрыто живущих, минирующих, галлообразующих насекомых и клещиков (см. рис. 2). Результаты наблюдений 2009 г. на восьми ключевых участках показали совершенно иную картину. В этом варианте учитывался также параметр некроза листьев в результате кислотных дождей (рис. 3).

Выяснилось, что по данным, полученным в полевой сезон 2009 г., характер освоения листьев ивы членистоногими-филлофагами зависит от нарушенности среды выбросами предприятий промышленного комплекса. Это выражается в соотношении уровней освоения листьев открыто живущими (краевые погрызы, прогрызы, скелетирование) и скрыто живущими (галлы, мины) членистоногими с учетом поврежденности листьев химическим некрозом. Процент листьев, поврежденных скрыто живущими филлофагами, резко увеличивается при возрастании нарушенности среды, что согласуется с мнением А. В. Се-

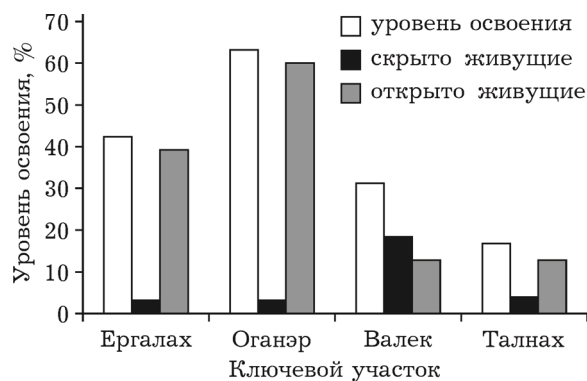


Рис. 2. Уровень освоения листьев ивы прутковидной комплексом членистоногих-филлофагов в ряду ключевых участков по мере удаления от источника промвыбросов (слева направо)

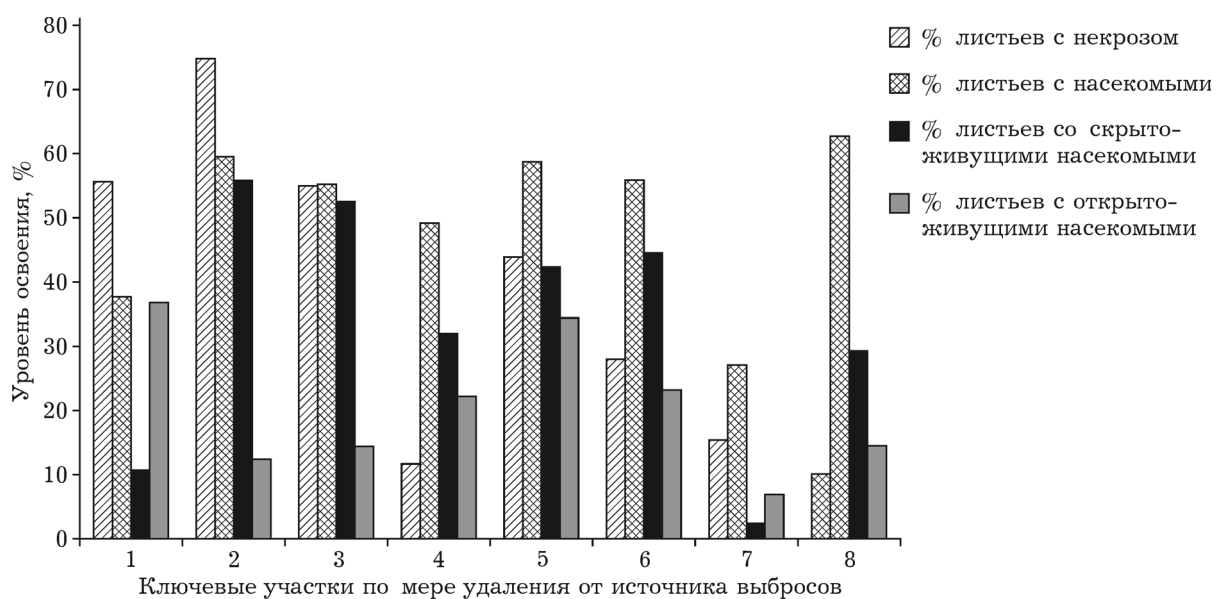


Рис. 3. Уровень освоения листвы кустарниковых ив членистоногими-филлофагами на различном удалении от источника выбросов: 1-3 – Ергалах; 4-6 – Рыбная – Орон; 7 – Рыбная Изба; 8 – Боганидское (фон)

лиховкина [1988]. Выводы несколько не совпадают с данными, полученными на ключевых участках 1, 7 и 8 (см. рис. 3), что связано, вероятно, с локальными экологическими условиями и методами сбора материала.

Для уточнения результатов по общему уровню освоения листвы применен метод учета интенсивности освоения на примере размещения галлов эриофиоидных клещиков, которые оказались абсолютными доминантами среди скрыто живущих потребителей листвы ивы в Норильском регионе. Распределение числа галлов на листовой пластинке вдоль градиента техногенного воздействия оказалось сходным с распределением повреждений всего комплекса скрыто живущих насекомых (см. рис. 3, 4). Это доказывает, что скрыто живущие членистоногие потребители листового аппарата действительно могут реагировать на загрязненность среды.

Распределение данных учетов совпадает с опубликованными материалами: “Максимальная плотность популяций отмечается в зонах с оптимальным сочетанием благоприятных (угнетение кормового растения) и неблагоприятных (токсическое воздействие на фитофага) результатов воздействия поллютантов”. При этом необходимо учитывать,

что эта характеристика подвержена широкой изменчивости: “При обработке результатов, полученных на деревьях в пределах одной учетной площадки, коэффициент вариации, как правило, превышает 100 %” [Козлов, Зверева, 1991]. Эта ситуация прослеживается и на приведенных графиках (см. рис. 3, 4). Для “выравнивания разброса” усредненные данные по ключевым участкам суммировались с учетом химического некроза листовых пластинок (рис. 5).

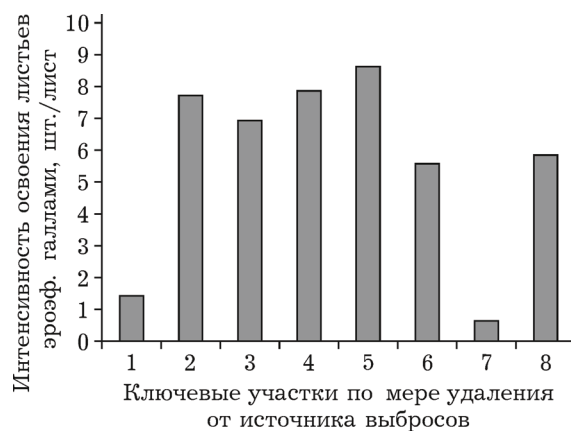


Рис. 4. Интенсивность освоения листовых пластинок ивы эриофиоидными клещиками с учетом удаления от источника атмосферного загрязнения. (Нумерация участков та же, что на рис. 3).

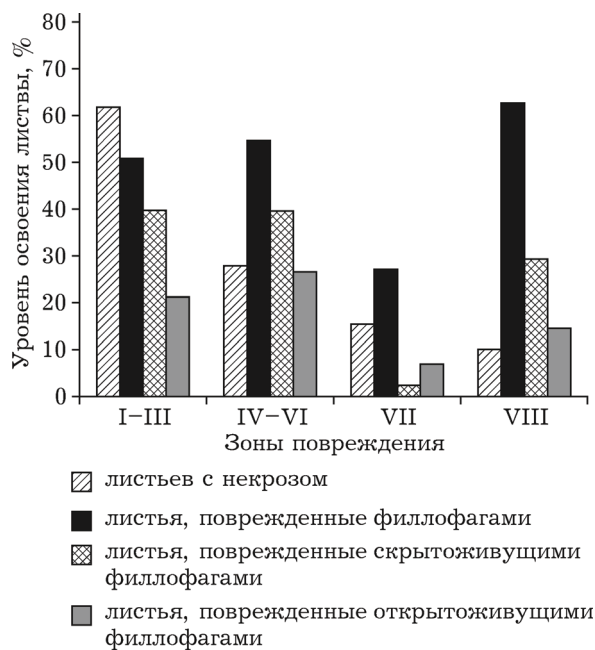


Рис. 5. Уровень освоения листвы кустарниковых ив комплексом членистоногих-филлофагов в зависимости от степени поврежденности биотопов техногенными выбросами: I-III – зона очень сильного повреждения, IV-VI – зона сильного повреждения, VII – зона слабого повреждения, VIII – условный фон

Показатели выявляют зависимость трофической деятельности открыто и скрыто живущих членистоногих-филлофагов от интенсивности техногенного воздействия, выраженного в степени некроза листовых пластинок. В условиях сильного техногенного воздействия в результате выпадения кислотных дождей скрыто живущие филлофаги могут иметь преимущество в силу своей относительной защищенности от прямого контакта с токсичными поллютантами. Однако следует отметить “выпадение” данных на спорных участках “Рыбная изба” и “Боганидское” (см. рис. 5). Последнее следует рассматривать с точки зрения локальных ландшафтных и экологических условий.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зоне воздействия НГПК на окружающую среду видовой состав хортобионтов и герпетобионтов обеднен. Общая численность и динамическая плотность этих членистоногих, которые во многих случаях являются

широкими олигофагами или полифагами и в целом не зависят от объема кормового ресурса, также характеризуются низкими показателями. Вероятно, это частично объясняется снижением разнообразия кормовых объектов, что является особенностью высоких широт и не указывает напрямую на повышение антропогенной нагрузки.

Классические ресурсозависимые членистоногие (ксилофаги) в значительной мере зависят именно от объема кормового ресурса. В предыдущие десятилетия, когда непредсказуемые мощные техногенные выбросы привели к снижению устойчивости и массовому усыханию лесотундровых древостоев, эта группа беспозвоночных получила возможность практически неограниченного повышения численности и полностью отработала отмирающие на корню деревья. В дальнейшем численность ксилофагов неуклонно снижалась, и к настоящему моменту приближается к уровню, определяемому на слабо нарушенных участках естественным отпадом древесных пород. Видовой состав обнаруженных насекомых-ксилофагов беден. При сильном ослаблении деревьев возможны массовые размножения усача *Monohamus sutor*. В настоящее время численность насекомых-ксилофагов и количество поврежденных ими деревьев низки, несмотря на высокую долю деревьев III и IV категорий состояния.

Менее ресурсозависимые насекомые-филлофаги проявляют большую “гибкость” в реакции на продолжающееся техногенное воздействие. Разделяясь на открыто и скрыто живущие формы, они достаточно предсказуемо реагируют на залповые выбросы поллютантов: открыто живущие листогрызы получают преимущество при отсутствии постоянного и сильного техногенного воздействия, скрыто живущие формы выигрывают при возрастании химического пресса. В любом случае, размещение и трофическая активность филлофагов определяются мерой защищенности питающихся стадий от токсических выбросов и доступностью (степенью ослабленности) кормовых растений при их освоении.

Совершенно необходимо проследить состояние рассмотренных комплексов членистоногих на границах зоны массового воздействия. Это даст возможность оценить динамику поврежденности (относительную стабильность

или расширение нарушенной территории) в прогностических и восстановительных целях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1988. 348 с.
- Богачева И. А. Распределение насекомых-филлофагов в кроне березы извилистой у северной границы древесной растительности // Экология. 1984. № 3. С. 60–66.
- Гиляров М. С. Зоологический метод в почвенной диагностике. М.: Наука, 1965. 278 с.
- Гиляров М. С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. С. 9–26.
- Гуров А. В., Петренко Н. М. Особенности освоения листового аппарата насекомыми-филлофагами в молодняках сосны и лиственных пород // Лесоведение. 1986, № 4. С. 15–22. [Gurov A. V., Petrenko N. M. Characteristics of leaf consumption by phyllophagous insects in young pine and deciduous forests // *Lesovedenie* (Allerton Press). 1986. N 4. P. 15–22.]
- Гуров А. В., Петренко Н. М. Методы оценки трофической деятельности насекомых-филлофагов в лесных биогеоценозах // Там же. 1988. № 5. С. 5–19.
- Гурова Н. Н., Гуров А. В. Трофическая активность насекомых-филлофагов и морфометрические показатели листвы березы повислой в зоне техногенного воздействия Ачинского нефтеперерабатывающего комплекса // Сохранение и воспроизводство лесов как важного средообразующего, климаторегулирующего фактора: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Бишкек: Институт НАН КР им. П. А. Гана, 2011. С. 73–79.
- Козлов М. В., Зверева Е. Л. Методические рекомендации по использованию отдельных групп чешуекрылых и двукрылых для биоиндикации уровней загрязнения воздуха соединениями серы и фтора. Л.: ВИЗР, 1991. 15 с.
- Мордкович В. Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зон Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 110 с.
- Приставко В. П. Жизненные формы насекомых как критерий при отборе видов-индикаторов для экологического мониторинга (на примере жужелиц – Coleoptera, Carabidae) // Энтомол. обозр. 1984. Т. 53, № 1. С. 52–57.
- Селиховкин А. В. Влияние промышленного загрязнения воздуха на насекомых-филлофагов // Докл. на 39-м ежегодн. чтении памяти Н. А. Холодковского, 4 апреля 1986. Л., 1988. С. 3–42.
- Стриганова Б. Р., Порядина Н. М. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. 234 с.
- Тихомирова А. Л. Учет напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований / под ред. М. С. Гилярова. М.: Наука, 1975. С. 73–85.
- Bohác J., Fuchs R. The structure of animal communities as bioindicators of landscape deterioration // Bioindicators and environmental management. L.: Academic Press, 1991. P. 165–178.
- Brandmayr P. Entomocenosi come indicatori delle modificazioni antropiche del paesaggio e pianificazione del territorio: esempi basati sullo studio di popolamenti a coleotteri carabidi // Atti XII Congresso nazionale italiano di entomologia, Roma, 5–9 novembre 1980. Roma, 1983. P. 263–283.
- Obrtel R. Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface coleoptera // Acta Ent. Bohemoslov. 1971. Vol. 68. P. 300–309.
- van Straalen N. M. Evaluation of bioindicator systems derived from soil invertebrate communities. Soil organisms and soil resource management // XII International Colloquium on Soil Zoology, 21–26 July, 1996. Belfield (Ireland): University College Dublin, 1996. P. 44.

## Assemblages of Terrestrial Arthropods under the Technogenic Impact of Norilsk Industrial Complex

A. V. GUROV<sup>1</sup>, N. N. GUROVA<sup>2</sup>, V. M. PET'KO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS  
660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/28  
E-mail: gurov@ksc.krasn.ru

<sup>2</sup> Siberian Technological University  
660049, Krasnoyarsk, Mira ave., 82  
E-mail: nina-guro@mail.ru

Ecological and entomological observations of some key areas in Norilsk industrial district which were subject to technogenic impact were conducted during 2008–2009 field seasons. The preliminary taxonomic and biodiversity studies of the entomological complex were made from an indicative point of view. The activity of main trophic groups was also estimated. Flexible reaction of phyllophagous groups on technogenic emission was observed. The necessity of monitoring of the impact zone's marginal areas was noted.

**Key words:** Norilsk industrial region, technogenic impact, terrestrial arthropods, epigaeic arthropods, xylophages, phyllophages.