

БИОЛОГИЯ

УДК 591.61: 591.9

А.С. Бабенко, П.С. Нефедьев, Ю.С. Нефедьева

ФАУНА И ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ДВУПАРНОНОГИХ МНОГОНОЖЕК (*DIPLOPODA*) ЧЕРНЕВОЙ ТАЙГИ САЛАИРА

Изучена фауна и динамика населения диплопод в черневых лесах Салаирского края. Показана доминирующая роль многоножек в составе мезофауны почв исследуемой территории. Прослежено изменение численности многоножек в ряду циклической сукцессии (осинник–пихтач–поляна), типичной для черневой тайги. Рассматриваются вопросы сезонной динамики активности диплопод на разных стадиях циклической сукцессии. Для *Megaphyllum sjaelandicum* отмечена самая северная точка нахождения на территории Западной Сибири.

Ключевые слова: двупарноногие многоножки, фауна, сезонная динамика активности, черневая тайга, Салаирский край.

Степень изученности почвенных беспозвоночных животных во всех природных зонах России намного ниже, по сравнению с обитателями наземно-воздушной среды, и лесные экосистемы Сибири не являются исключением. В условиях таежной зоны Сибири некоторые вопросы экологии почвенных беспозвоночных изучались в сосновых лесах Южного Приангарья [1–3], в Кузнецком Алатау и прилегающих регионах юга Сибири [4–7]. В основном эти работы были посвящены роли отдельных групп насекомых в экосистемах; изучение многоножек на Салаире, как и в других горных регионах Сибири, до последнего времени не проводилось. В то же время двупарноногие многоножки являются важнейшими деструкторами растительного опада в лесных экосистемах, а также ценным объектом для биоиндикационных исследований.

Диплоподы играют большую роль в почвообразовании, т.к. питаются отмершими растительными остатками, вовлекают в почву листовую опад, способствуют его гумификации. Их экскременты, как и копролиты дождевых червей, становятся мелкими зернистыми структурными элементами почвы. Важной особенностью диплопод является то, что они, благодаря наличию в кишечнике симбионтных микроорганизмов, способны питаться хвойным спадом, недоступным большинству других почвенных беспозвоночных. Ежедневно они употребляют количество пищи, равное 10–20% от веса их тела [8].

Первые сведения о двупарноногих многоножках Сибири появляются во второй половине XIX в. По материалам, собранным немецкими и шведскими учеными, был описан ряд видов из окрестностей Иркутска, а также с территории Западной Сибири и Дальнего Востока [9]. В середине XX в. чешский ученый Ян Гуличка публикует описания четырех новых родов и 11 видов диплопод из Кемеровской области (*Cylindroiulus* (*Sibirius*) *dentiger*, *J. ghilarovi*, *Isobates* (*Orinisobates*) *sibiricus*, *Turanodesmus salairicus*), с Алтая (*Ghilarovia kygae*, *Teleckophoron montanum*, *Altajella pallida*, *C. (S.) altaicus*, *J. g. brachydactylus*, *Altajosoma pinetorum*, *A. denscavum*) и Тувы (*A. sajanica*) [10–11].

По мере накопления материалов начали появляться первые ревизии [12, 13]; опубликована фаунистическая сводка, касающаяся двупарноногих многоножек СССР [14], в которой приводятся обобщенные данные о фауне диплопод Сибири и Дальнего Востока, насчитывающей

46 видов и подвидов. Дальнейший вклад в изучение фауны Сибири, по-прежнему, продолжали вносить зарубежные специалисты, обрабатывая сборы отечественных зоологов и описывая новые формы: *Orinisobates sibiricus* [15], *Ghilarovia novosibirica* [16], *Diplomaragna ryvkini*, *D. longibrachiata*, *D. feynmani*, *D. kemerovo*, *D. bakurovi*, *D. golovatchi*, *D. shilenkovi*, *D. coxalis* [9].

Только в 90-х гг. XX в. появились специальные обзоры фауны двупарноногих многоножек Сибири и Дальнего Востока России. Они были выполнены отечественным исследователем Е.В. Михалевой [17, 18]. Ею упоминается о 36 определяемых видах и подвидах диплопод, известных для Сибири. Однако систематическое положение 7 сибирских и 2 дальневосточных видов продолжает оставаться неясным. Несколько ранее был опубликован обзор голарктического семейства *Polyzoniidae* [19] с информацией о виде, широко распространенном в азиатской части России и прилегающих территориях Северо-Восточного Китая и Монголии. В целом среди работ, сыгравших важную роль в познании семейства *Diplomagnidae*, особое место занимают исследования Е.В. Михалевой [20].

В последнем обзоре двупарноногих многоножек фауны Сибири упоминается 45 видов и подвидов диплопод [21]. Исследования П.С. Нефедьева дополнили видовой список диплопод азиатской части России новым для данной территории видом и родом, а другие вид, род и семейство оказались новыми для Сибири в целом; также для 6 форм расширено представление о северной границе ареала [22].

Целенаправленных исследований экологических особенностей двупарноногих многоножек Сибири, в том числе и Западной, до последнего времени не проводилось. Все известные работы, касающиеся этой территории, посвящены изучению сообществ почвенной мезофауны, где диплоподы – только один из компонентов [23–26]. Результаты изучения особенностей биотопического распределения и популяционных характеристик западносибирских диплопод отражены в работах, посвященных многоножкам юго-востока Западной Сибири [27–29]. В Восточной Сибири выполнены немногочисленные комплексные исследования почвенной мезофауны, в том числе и двупарноногих многоножек, чему посвящены труды И.Г. Воробьевой, Л.Б. Рыбалова, Т.Е. Россолимо и Н.Т. Залесской [30–33].

В целом недостаточность изученности экологических особенностей двупарноногих многоножек Сибири является очевидной, и необходимость проведения дальнейших исследований в этой области мириаподологии очень важна.

Материал и методика

Исследования фауны и экологии многоножек проводились в черневых лесах Салаирского кряжа. Для салаирских черневых лесов характерна парцеллярная структура древесного яруса и травостоя. Осиновые крупнотравные парцеллы чередуются здесь с пихтовыми парцеллами и крупнотравными полянами. Любая из полян является обязательным звеном в многолетней динамике черневых лесов. В ходе естественной сукцессии один тип леса при распаде сменяется одним типом полянного сообщества [34]. Изучение почвообитающих диплопод проводилось в осевой части Салаирского кряжа, в 16 км к юго-западу от пос. Мирный Новосибирской области на трех участках, представляющих собой последовательные стадии циклической сукцессии: в пихтовом мелкотравно-кустарниковом лесу, в осиновом крупнотравном лесу и на крупнотравно-борцовой поляне.

Состав древостоя пихтача 10П. Возраст пихты около 50 лет, высота деревьев в среднем 18 м, диаметр 20 см, сомкнутость крон 0,8–0,9. Подлесок состоит из редких кустов *Rubus idaeus* L. и *Ribes arthropurpureum* C.A. Mey. Общее проективное покрытие травостоя 30–60%, высота травостоя 60 см. В травяном покрове встречаются единичные экземпляры *Prumella vulgaris* L., *Veronika serpillifolia* L., *Pteridium aquilinum* L., *Cacalia hastata* L., *Crepis sibirica* L. Подстилка равномерная, из хвои и веточек пихты, мощность до 2,5 см. Почва слабодерново-глубокоподзолистая. Формирование четко выраженного горизонта A1 в пихтаче не происходит, и сразу же под лесной подстилкой выделяется горизонт A1A2.

На поляне сомкнутость травостоя составляет 95–100%, средняя высота травостоя 1,2–1,5 м. Здесь в небольшом количестве встречаются *Aconitum septentrionale* Koelle, *Bupleurum longifolium* L., *Crepis sibirica* L., *Aegopodium podagraria* L., *Filipendula ulmaria* L. Присутствуют также единичные экземпляры видов черневого крупнотравья: *Angelica sylvestris* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca gigantea* L., а также луговые виды: *Pedicularis uncinata* Steph., *Ranunculus repens* L., *Ranunculus polyantemus* L., *Carex muricata* L. Покрытие подстилкой равномерное, составляет 70–80%, мощность подстилки – до 1 см, покрытие мхом – 5–7%. Подстилка состоит из среднеминерализованной хвои пихты, листьев осины, остатков кустарников и стеблей трав. Почва на поляне дерново-глубокоподзолистая, поверхностно оглеенная.

В осиновом лесу состав древостоя 10Ос, пихта встречается единично. Возраст осины – 60 лет, высота в среднем 20 м, диаметр 28–30 см, сомкнутость крон 0,7. Подлесок состоит из единичных кустов *Padus avium* Mill., *Sorbus sibirica* Hedl., *Caragana arborestensis* Lam., *Rubus idaeus* L., *Ribes arthropurpureum* C.A. Mey. Травостой густой, сомкнутый, равномерный; он отчетливо разделен на три подъяруса. Средняя высота тра-

востоя 1,2 м, общее проективное покрытие 90%. В осиннике встречаются *Pteridium aquilinum* L., *Matteuchia struthiopteris* L., *Calamagrostis obtusata* Trin., *Brachypodium sylvaticum* L. Кроме этого, здесь произрастают те же виды крупнотравья, что и на поляне. Подстилка осинника равномерная, мощностью до 1,5 см, представлена в основном листьями осины. Почва дерново-глубокоподзолистая.

Формирование почв в районе исследований происходит в условиях умеренно холодного континентального климата с высокими амплитудами колебаний температуры и выпадения осадков по сезонам года. Устойчивый мощный снежный покров предохраняет почву от глубокого и длительного промерзания, что значительно удлиняет период активности биологических процессов в почве. Все это определяет высокую напряженность биологического круговорота на Салаире и в конечном итоге оказывает решающее влияние на специфику протекающих здесь почвообразовательных процессов. Достаточное количество тепла и влаги способствует развитию мощного травяного покрова (высокотравья), дающего большое количество зольных веществ. Образование хорошо выраженной подстилки не происходит, т.к. в годовом цикле обильный опад растительности почти полностью разлагается активными представителями почвенной фауны и микроорганизмами.

Количественные учеты многоножек проводились в 1986–1989 гг. в июне–августе. Почвенные беспозвоночные учитывались ловушками Барбера с фиксатором (4%-й формалин), а также при ручной разборке проб почвы и подстилки [35]. Всего за период наблюдений было отмечено около 2200 экземпляров диплопод, относящихся к пяти видам.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований в черневой тайге Салаира зарегистрировано пять видов двупарноногих многоножек (*Julus ghilarovi ghilarovi* Gulička, 1963, *Sibiriulus profugus* (Stuxberg, 1876), *Megaphyllum sjaelandicum* (Meinert, 1868), *Schizoturanus tabescens* (Stuxberg, 1876), *Altajosoma* sp.) из 5 родов (*Julus*, *Sibiriulus*, *Megaphyllum*, *Schizoturanus*, *Altajosoma*), относящихся к трем семействам (Julidae, Polydesmidae, Diplomaragnidae) и трем отрядам (Julida, Polydesmida, Chordeumatida).

Все найденные в черневых лесах Салаира диплоподы имеют достаточно ограниченные ареалы. Так, *Julus ghilarovi ghilarovi* Gulička был описан из сборов в окрестностях г. Прокопьевска Кемеровской области [10], а затем переописан Михалевой [17] по новым материалам из Новосибирской области, Красноярского края и Республики Хакасии. Этот вид распространен на юге Сибири (Кемеровская и Новосибирская области, Республика Хакасия, Красноярский край) и Алтае (Республика Алтай). Данный вид экологически пластичен, встречается в различных биотопах: в темнохвойных и мелколиственных лесных формациях, на разнотравных и альпийских лугах, в горной мохово-каменистой тундре.

Sibiriulus profugus встречается в южной части Западной Сибири: в Томской, Новосибирской, Кемеров-

ской областях, Республике Хакасия, а также Восточной Сибири в Красноярском крае. Наши находки этого кивсяка в Томской области свидетельствуют о более северной границе ареала вида. Сведения о находке этого кивсяка в Алтайском крае являются ошибочными; на самом деле там обитает близкий вид – *S. multiricus* [36]. Кивсяки этого вида охотно селятся в подстилке различных типов леса, а также на лугах и полянах.

Ареал *Schizoturanus tabescens* охватывает и Западную и Восточную Сибирь (Новосибирская, Кемеровская, Томская области, Республика Хакасия, Алтайский край, Республика Алтай, Красноярский край). Северная граница ареала вида проходит по югу Томской области. Представители этого вида отмечены во всех типах леса (мелколиственные, смешанные и темнохвойные лесные формации), на лугах и лесных полянах.

Значительный интерес представляет находка на Салаире кивсяка *Megaphyllum sjaelandicum* (Meinert,

1868). Этот вид распространен в Центральной и Восточной Европе до Уральских Гор и лишь совсем недавно был отмечен на территории Западной Сибири в Республике Алтай. Известна также единственная находка этого вида в Западном (Рудном) Алтае, на территории Восточного Казахстана [36]. Таким образом, находка данного вида в Новосибирской области позволяет считать, что он проникает на север, по крайней мере, до Салаирского кряжа.

В общей структуре населения почвенной мезофауны черневой тайги Салаира многоножки играют ведущую роль. В районе исследований, кроме двупарноногих многоножек, встречаются также представители класса губоногих (Chilopoda), однако их численность заметно ниже на всех изученных участках. Диплоподам заметно уступают в численности ведущие группы почвенных жесткокрылых, как хищники (Carabidae, Staphylinidae), так и фитофаги (Elateridae) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная плотность населения доминирующих групп мезофауны в черневой тайге Салаира

Группа мезофауны	Плотность различных групп мезофауны, экз./м ²					
	Car	St	Dip	Chil	Lum	El
Пихтач	48,6	91,0	193,7	120,1	15,0	12,5
Осинник	50,4	99,1	219,0	72,3	28,8	20,1
Поляна	53,9	82,2	204,8	14,6	34,4	6,8

Примечание. Car – Carabidae, St – Staphylinidae, Dip – Diplopoda, Chil – Chilopoda, El – Elateridae, Lum – Lumbricidae.

Отдельные виды диплопод распределены на изученной территории неравномерно. Основная масса среди собранных многоножек приходится на представителей отряда Julida (*Julus ghilarovi* и *Sibiriulus profugus*), которые на полянах составляют почти половину от всего численного разнообразия почвенных беспозвоночных, а по биомассе в данном биотопе уступают лишь дождевым червям. К числу явных доминантов во всех биотопах относится *Julus ghilarovi*, его доля на обследованных участках составляет не менее 45% от всех диплопод. В осиннике лишь немногим ему уступает

Sibiriulus profugus; остальные виды многоножек встречаются относительно реже, и их плотность на ключевых участках значительно ниже (табл. 2).

В пихтаче *Julus ghilarovi* является фоновым видом, его относительная доля составляет 59% от всех собранных диплопод. Этот вид предпочитает наиболее увлажненные места обитания с высокой степенью затенения. В свою очередь, *Sibiriulus profugus* предпочитает менее увлажненные биотопы с высокой долей крупнотравья в растительном покрове. На полянах и в осинниках доля этого вида наиболее высока (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение численности и плотность населения отдельных видов многоножек в различных биотопах черневой тайги Салаира

Виды	Плотность (экз./м ²) и относительная численность (%) многоножек					
	Пихтач		Поляна		Осинник	
	экз./м ²	%	экз./м ²	%	экз./м ²	%
<i>Julus ghilarovi</i>	115,2±6,7	59	102,3±7,9	50	98,8±6,4	45
<i>Sibiriulus profugus</i>	49,0±2,5	25	54,2±5,4	26	77,6±3,2	36
<i>Megaphyllum sjaelandicum</i>	2,6±0,5	1	0	0	0	0
<i>Schizoturanus tabescens</i>	20,7±3,0	11	18,8±1,9	9	11,5±2,2	5
<i>Altajosoma</i> sp.	6,3±1,2	4	30,8±1,8	15	32,0±2,4	14
Плотность (экз./м ²)	193,7±6,2	100	204,8±11,0	100	219,0±9,8	100

Локомоторная активность диплопод проявляется в районе исследований с начала мая по середину октября без явно выраженных пиков в течение вегетационного периода. Значительное влияние на двигательную активность напочвенных и почвенных многоножек оказывают микроклиматические условия биотопа. Как правило, на полянах многоножки раньше достигают пика активности (в конце июня), в то время как в медленнее прогреваемых пихтачах максимум активности приходится на середину июля. В засушливый период у диплопод (особенно пред-

ставителей отряда Julida) наблюдается резкое снижение активности.

Следует отметить, что даже в суровых климатических условиях юга Сибири некоторые обитающие в почве и подстилке почвенные беспозвоночные сохраняют двигательную активность в зимний период. Наблюдения, проведенные нами в черневых лесах Салаирского кряжа (вблизи пос. Мирный) показали, что при низкой положительной температуре субстрата (от 0,8 до 2,8°C) доля активных особей среди зимующих многоножек-диплопод составляет 10%. Ранее фено-

мен зимней активности беспозвоночных в сходных климатических условиях был отмечен в Южной Канаде [37].

На Салаире важным фактором, обеспечивающим благоприятные условия для выживания почвенных беспозвоночных, является высота снежного покрова. Толща рыхлого снега за счет его слабой теплопроводности препятствует значительному промерзанию почвы. Здесь при средней мощности снежного покрова

около 50 см почва промерзает на глубину до 80 см, а при глубине снега 95 см почва не промерзает глубже 5 см, причем температура промерзшего слоя остается близкой к 0°C. При мощности снежного покрова свыше 100 см мерзлым оказывается только верхний слой подстилки [38]. Благодаря теплоизолирующим свойствам снежного покрова период активности многоножек на Салаире оказывается заметно продолжительнее, чем на прилегающих территориях Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриенко В.К. Распределение хищных членистоногих в лесной подстилке // Пространственная ориентация членистоногих и клещей. Томск, 1979. С. 116–119.
2. Дмитриенко В.К. Распределение стафилинид (*Coleoptera*, *Staphylinidae*) в лесах Южного Приангарья // Наземные членистоногие Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1985. С. 16–23.
3. Дмитриенко В.К. Изменение структуры сообществ мезофауны в грунтах промышленных отвалов, используемых для лесовосстановления // Материалы докл. IX Всесоюз. совещ. «Проблемы почвенной зоологии». Тбилиси, 1987. С. 86–87.
4. Мордкович В.Г., Кулазин О.В. Состав жуужелиц и диагностика направления сукцессии техногенных экосистем Кузбасса // Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. 1986. № 13/2. С. 86–92.
5. Бабенко А.С. Экология стафилинид Кузнецкого Алатау. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1991. 189 с.
6. Ефимов Д.А. К фауне жуужелиц (*Coleoptera*, *Sarabidae*) черневой тайги предгорий Горной Шории // Проблемы сохранения биологического разнообразия Южной Сибири: Материалы I Межрегион. науч.-практ. конф. Кемерово: Кузбассвузиздат, 1997. 76 с.
7. Ефимов Д.А. Жуужелицы темнохвойных лесов Кузнецкого Алатау и их роль в регуляции численности лесных фитофагов // Биологическая и интегрированная защита леса: Тез. докл. Междунар. симп. Пушкино, 1998. С. 31.
8. Бабенко А.С. Экология почвенных беспозвоночных. Томск: Изд-во НТЛ, 2006. 104 с.
9. Shear W.A. On the Central and East Asian milliped family Diplomaragnidae (Diplopoda, Chordeumatida, Diplomaragnoidea) // Amer. Mus. Novit. 1990. № 2977. P. 1–40.
10. Гуличка Я. Новые многоножки (Diplopoda) из СССР. Часть 1 // Зоологический журнал. 1963. Т. 42, вып. 4. С. 518–524.
11. Гуличка Я. Новые многоножки (Diplopoda) из СССР. Часть 2 // Зоологический журнал. 1972. Т. 51, вып. 1. С. 36.
12. Головач С.И. Систематическое положение некоторых азиатских Chordeumida (Diplopoda) // Зоологический журнал. 1977. Т. 56, вып. 2. С. 714–724.
13. Hoffman R.L. A note on the status of *Polydesmus clavatus* and some related species from Central Asia (Diplopoda, Polydesmidae) // Zool. Anz. 1975. Bd. 194. H. 1/2. S. 79–83.
14. Lokšina I.E., Golovatch S.I. Diplopoda of the USSR fauna // Pedobiologia. 1979. Bd. 19. S. 381–389.
15. Enghoff H. The millipede family Nemasomatidae with the description of a new genus and a revision of *Orinisobates* (Diplopoda, Julida) // Entom. Scand. 1985. Vol. 16. P. 27–67.
16. Shear W.A. Systematic position of the millipede species *Alloioopus solitarius* Attems and the genus *Ghilarovia* Gulička (Chordeumatida, Anthroleucosomatidae) // Myriapodologica. 1988. Vol. 2, № 8. P. 49–58.
17. Mikhajlova E.V. The millipedes (Diplopoda) of Siberia and the Far East of Russia // Arthropoda Selecta. 1993. T. 2, № 2. С. 3–36.
18. Mikhajlova E.V. The millipedes of the Far East of Russia (Diplopoda) // Arthropoda Selecta. 1998. T. 7, № 1. С. 1–77.
19. Shelley R.M. The millipede family Polyzoniidae in North America, with a classification of the global fauna (Diplopoda Polyzoniida) // Arthropoda Selecta. 1998. Vol. 6, № 3/4. P. 3–34.
20. Mikhajlova E.V. Review of the millipede family Diplomaragnidae (Diplopoda: Chordeumatida) // Arthropoda Selecta. 2000. Vol. 8, № 3. P. 153–181.
21. Mikhajlova E.V., Golovatch S.I. A review of the millipede fauna of Siberia (Diplopoda) // Arthropoda Selecta. 2001. Vol. 9, № 2. P. 103–118.
22. Mikhajlova E.V., Nefediev P.S. A contribution to the millipede fauna of Siberia (Diplopoda) // Arthropoda Selecta. 2003. Vol. 11, № 1. P. 81–87.
23. Бызова Ю.Б., Чадаева З.В. Сравнительная характеристика почвенной фауны различных ассоциаций пихтового леса (Кемеровская область) // Зоологический журнал. 1965. Т. 44, вып. 3. С. 331–339.
24. Козловская Л.С. Фауна заболоченных лесных почв в междуречье Оби и Томи // Особенности болотообразования в некоторых лесных и предгорных районах Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1965. С. 141–164.
25. Порядина Н.М. Почвенные беспозвоночные мезофауны средней тайги Западной Сибири // Зоологический журнал. 1989. Т. 68, вып. 5. С. 138–142.
26. Рыбалов Л.Б. Почвенная мезофауна таежных и пойменных экосистем среднего течения реки Енисей // Проблемы почвенной зоологии: Тез. 10-й Всесоюз. конф. по почв. зоологии. Новосибирск, 1991. С. 87.
27. Неведеев П.С. Фауна и экология многоножек (Myriapoda) реликтовой липовой рощи (с. Кузедеево) // Студент и научно-технический прогресс: Материалы Междунар. науч. студ. конф. Новосибирск, 2002. С. 35.
28. Nefediev P.S. On the Diplopoda of the south-west Siberia // Abstract of 12th International Congress of Myriapodology. Mnizim, South Africa. Pietermaritzburg, 2002. P. 30.
29. Неведеев П.С., Неведева Ю.С. Сезонная динамика численности двупарноногих многоножек (Diplopoda) в лесах Западной Сибири // Экологическое разнообразие почвенной биоты и биопродуктивность почв: Материалы докл. IV Всерос. совещ. Тюмень, 2005. С. 177–178.
30. Воробьева И.Г. Эколого-фаунистическая характеристика населения многоножек (Myriapoda) среднего Енисея // Проблемы почвенной зоологии. Материалы II Всерос. совещ. М.: Изд-во КМК, 1999. С. 33–34.
31. Воробьева И.Г. Структура животного населения почв средней тайги Приенисейского региона: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 21 с.
32. Воробьева И.Г., Рыбалов Л.Б., Россолимо Т.Е., Залеская Н.Т. Зонально-ландшафтное распределение фауны и населения многоножек (Myriapoda) в бассейне р. Енисей // Изучение биологического разнообразия Енисейского трансекта: Животный мир. М., 2002. С. 60–71.
33. Рыбалов Л.Б. Почвенная мезофауна таежных и пойменных экосистем среднего течения реки Енисей // Проблемы почвенной зоологии: Тез. докл. X Всесоюз. совещ. Новосибирск, 1991. С. 87.
34. Ляцинский Н.Н., Ляцинская Н.В. Флора Салаирского кряжа. Высшие сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 1993. 59 с.
35. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. С. 9–26.
36. Mikhajlova E.V., Nefediev P.S., Nefedieva J.S. New data on millipedes of the family Julidae (Diplopoda, Julida) from Altai, Siberia. Zootaxa. 2007. № 1541. P. 57–63.
37. Aitchison C. Winter-active sub-nivean invertebrates in Southern Canada // Pedobiologia. 1979. Vol. 19, № 2. P. 121–128.
38. Ляцинский Н.Н., Лузанов В.Г., Ревякина М.П. и др. Экология сообществ черневых лесов Салаира. Новосибирск: Наука, 1991. 73 с.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 26 августа 2008 г.