

Первые сведения о коллемболах (Hexapoda, Collembola) Малоземельской тундры

First data on Collembola (Hexapoda, Collembola) of the Malozemelskaya tundra, Russia

А.А. Таскаева, Г.Л. Накул
A.A. Taskaeva, G.L. Nakul

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ул. Коммунистическая 28, Сыктывкар 167982 Россия. E-mail: taskaeva@ib.komisc.ru.
Institute of biology Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Kommunisticheskaya Str. 28, Syktyvkar 167982 Russia.

Ключевые слова: коллемболы, разнообразие, приморские тундры, Малоземельская тундра.

Key words: Collembola, diversity, maritime tundras, Malozemelskaya tundra.

Резюме. Проведено обследование фауны и населения ногохвосток приморских тундр р. Вельт, на островах Чаячьи и мысе Колоколковский Нос Колоколковой губы (побережье Баренцева моря). Всего в исследуемом районе обнаружено 47 видов ногохвосток из 27 родов 9 семейств, из которых шесть видов являются арктическими. В фауне района исследования, как и в целом в фауне северных регионов, наиболее богаты видами четыре ведущих семейства — Isotomidae, Onychiuridae, Neanuridae и Hypogastruridae. Наиболее разнообразно население коллембол южных тундр устья р. Вельт, где выявлено 35 видов. Показано, что сообщества ногохвосток растительных ассоциаций характеризуется очень высокой степенью доминирования немногих массовых видов.

Abstracts. Investigations of collembola fauna and population were carried out in maritime tundras near Velt river, on islands Chajachji and cape Kolokolkovsky Nose of Kolokolkova bay (the Barents sea coast) of Russia. 47 collembola species of 27 genera and 9 families are recorded. Families Isotomidae, Onychiuridae, Neanuridae and Hypogastruridae are the most species rich in the North regions. It is shown that most of the studied collembolan assemblages are characterized by the dominance of a few species.

Введение

Как известно, по таксономическому составу органический мир в холодных заполярных областях беднее, чем в любых других зональных ландшафтах. Поэтому разнообразие приобретает особенно большое значение в сообществах тундровой зоны [Чернов, 1985 (Chernov, 1985)]. Коллемболы в условиях Арктики достигают высокой численности и относительно большого фаунистического разнообразия [Babenko, 2005; Coulson, 2007]. Все это обуславливает актуальность изучения сообществ коллембол как важного компонента сообществ тундровых беспозвоночных. К настоящему времени в тундровой зоне Европейской части России (за исключением горных территорий и островов) исследования фаунистического разнообразия коллембол проводились на Кольском полуострове [Babenko, 2012], п-ве Канин

[Linnaniemi, 1909], в восточной части Большеземельской тундры [Козловская, 1955 (Kozlovskaya, 1955); Колесникова и др., 2008 (Kolesnikova et al., 2008); Горячкин и др., 2011 (Goryachkin et al., 2011); Зубрий и др., 2011 (Zubrii et al., 2011); Таскаева и др., 2015 (Taskaeva et al., 2015)] и Карской тундре [Linnaniemi, 1919]. По фауне коллембол Малоземельской тундры в литературе имеются отрывочные данные [Таскаева, Накул, 2010, 2011 (Taskaeva, Nakul, 2010, 2011)]. Обширные материалы по коллемболам тундровой зоны, включая данные по видовому составу, плотности и биомассе, микростабиальному и вертикальному распределению по почвенному профилю были получены на полуострове Таймыр [Babenko, 2003 a,b] и Плато Путорана [Babenko, 2002]. Данные по численности и особенностям экологии ногохвосток в условиях тундровой зоны Европейской части России, в особенности её северной материковой полосы, очень скудны. Поэтому любые сведения по почвенным беспозвоночным, в том числе и коллемболам, особенно из труднодоступных районов Крайнего Севера, представляют большой интерес.

Район работ, материалы и методы

Малоземельская тундра — волнистая равнина, занятая болотами и озёрами, рельеф представлен многочисленными возвышенностями и грядами. Климат суровый, характеризуется длинной тёмной и холодной зимой и коротким прохладным летом. По климатическим условиям территория относится к Атлантико-Арктической области [Алисов, 1947 (Alisov, 1947)]. Средняя годовая температура равна -3°C . В составе флоры тундры насчитывается около 400 видов, с преобладанием бореальных элементов. Большое место занимает группа гипоарктических видов, арктические и арктоальпийские элементы флоры оказывают весьма ограниченное влияние на формирование растительного покрова [Дедов, 2006 (Dedov, 2006)].

Исследования проведены в 2001 году в устье р. Вельт (68°03' с.ш. 49°58' в.д.) и в 2003 г. на островах Чаячьи (68°32' с.ш. 52°20' в.д.) и мысе Колоколковский Нос (68°35' с.ш. 52°18' в.д.) Колоколковой губы. Почвенные пробы были отобраны в двух типах тундр района р. Вельт: кочкарниковой ерничко-ивняковой влажной тундре с многочисленными озерами (В1) и ивняково-моховой тундре (В2) на северном побережье солёного озера Торавэй, имеющего лагунное происхождение. Биотопы с одной стороны ограничены прибрежными разнотравными лугами, поросшими бескильницей (*Puccinella phraganoides*), а с другой — зарослями кустарниковой ивы. В районе м. Колоколковский Нос исследованы группировки коллембол на разнотравном лугу (К1), мохово-лишайниковой бровке (К2), в переходной зоне (К3) между песчаными дюнами и мохово-осоковой увлажненной тундрой и мохово-ивняковой увлажненной тундре (К4). На каждом участке было отобрано по 10 почвенных проб. На первых трёх участках и в районе песчаных дюн располагалась колония полярной крачки. В системе ландшафтно-зонального деления изученные биоценозы устья р. Вельт относятся к подзоне южных (кустарниковых) тундр, а сообщества Колоколковой губы — к северным (типичным) тундрам [Растительность..., 1980 (Vegetation..., 1980)].

Экстракция микроартропод была проведена в лаборатории Института биологии сразу же после прибытия с помощью воронок Тульгрена в течение семи дней до полного иссушения субстрата. Всего извлечено и определено более 8 тыс. экземпляров коллембол. Для идентификации коллембол были использованы определители [Fjellberg, 1998, 2007; Potarov, 2001]. За основу выделения классов доминирования принята шкала Энгельмана [Engelmann, 1978]. Ареалогия коллембол дана в соответствии с каталогом (Babenko, Fjellberg, 2006) и статьёй (Babenko, 2012). Инвентаризационное, или β -разнообразие видов оценивалось путем расчёта показателей видового богатства (S), индекса Шеннона (H'), индекса доминирования Бергера-Паркера (D). Все расчёты вели при помощи пакета программ PAST 1.89.

Результаты и обсуждение

Фауна коллембол изученных биотопов Малоземельской тундры по предварительным данным включает 47 видов коллембол, относящихся к 9 семействам (табл. 1). В фауне района исследования, как и в целом в фауне северных регионов, наиболее богаты видами четыре ведущих семейства — Isotomidae (18 видов), Onychiuridae (11), Neanuridae (7) Hypogastridae (5). На их долю приходится около 87 % видового богатства группы. Одной из характерных черт Арктики является постепенное обеднение «высших» Entomobryomorpha и Symphyleona. Такая же тенденция отмечена и для высокогорных тундр [Babenko, 2002; Таскаева, 2005 (Taskaeva, 2005)]. Нами выявлено только два вида из подотряда сим-

филлеон, что достаточно ожидаемо, т.к. представители этого подотряда обладают наибольшим числом апоморфных признаков, большинство из которых связано в первую очередь с освоением надпочвенных ярусов. Для сравнения на Кольском п-ве и о-ве Долгий зарегистрировано 104 и 103 вида, соответственно [Babenko, 2012]; для Большеземельской тундры к настоящему времени известно 68 видов ногохвосток [Таскаева и др., 2015 (Taskaeva et al., 2015)], на беломорском побережье Карелии за два года исследований отмечено 66 видов [Pomorski, Skarzynski, 1995]. Индекс Чао [Chao, 1984] показал, что в исследуемом районе потенциальное число видов практически в два раза выше и составляет 90 видов. Данная величина, на наш взгляд, реалистична и свидетельствует о недооценке общего разнообразия локальной фауны.

Наиболее разнообразно население южных тундр устья р. Вельт (35 видов в целом), в типичных тундрах Колоколковой губы отмечено 30 видов коллембол. Плотность населения ногохвосток в период учётов варьировала от 30,6 до 222,1 тыс. экз./м² (табл. 2). Значения индекса Шеннона, оценивающее видовое разнообразие, довольно низкие на участках В2, К1, К2, К3. Данные обследованные растительные ассоциации отличаются повышенной относительной плотностью одного вида ногохвосток, часто превышающей уровень эуэдоминирования по шкале Энгельмана [Engelmann, 1978], что подтверждает и индекс доминирования Бергера-Паркера, который на этих участках варьирует от 0,45 до 0,64. Наивысшие показатели видового богатства и разнообразия характерны для сообщества коллембол участков В1 и К4 (табл. 2). Практически на всех участках преобладают широко распространённые *Folsomia quadrioculata*, в северных типичных тундрах — *Deuterophorura variabilis*. Последний вид обычен для северных территорий европейской части России, отмечен на побережье Белого моря [Pomorski, Skarzynski, 1995], в пойменных берёзово-осиновых лесах Республики Коми [Taskaeva, 2009], обнаружен в чернозёмах, привезённых на Шпицберген [Coulson et al., 2014]. Следует выделить вид *Tetracanthella wahlgreni* — представителя горноальпийского рода, большинство видов которого известно из Альп. Этот вид широко распространён по высокогорьям Европы и Азии [Potarov, 2001]. На Таймыре кроме горных тундр он заселяет оголённый грунт плакорных пятнистых тундр, в которых экологические режимы вероятно близки к таковым горных тундр. По мнению А.Б. Бабенко [Babenko, 2005], выход этого вида на «зональную арену» имеет вторичный характер. При широком распространении в высокогорных биотопах в равнинных зональных тундрах он встречается локально, что может служить косвенным доказательством недавнего вселения этого вида в зональные биотопы Субарктики. Ареал *Protaphorura stogovi* довольно узок: описан из Северной Карелии, отмечается в ряде лесных

Таблица 1. Видовой состав и ареалы коллембол, представленных в растительных ассоциациях Малоземельской тундры
 Table 1. Specific composition and distribution of Collembola presented in vegetative associations of the Malozemelskaya tundra

Семейство и вид коллембол	Южные тундры		Типичные тундры				Кольский п-ов	о-в Долгий	Большеземельская тундра	Ареал	
	B1	B2	K1	K2	K3	K4				Ш	Д
Poduridae											
<i>Podura aquatica</i> Linnaeus, 1758	+	+	-	-	-	-	+	+	-	П	К
Onychiuridae											
<i>Deuterophorura variabilis</i> Stach, 1954	+	-	+	+	+	+	-	-	-	Б	П
<i>Mesaphorura krausbaueri</i> Börner, 1901	+	-	+	-	+	+	+	-	+	П	К
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	-	+	-	-	-	-	+	+	+	П	К
<i>Mesaphorura yosii</i> (Rusek, 1967)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	Б	К
<i>Micraphorura absoloni</i> (Börner, 1901)	+	-	-	-	-	-	+	-	+	Б	Г
<i>Oligaphorura ursi</i> (Fjellberg, 1984)	+	+	-	-	-	-	+	+	-	А	Г
<i>Protaphorura boedvarssoni</i> Pomorski, 1993	+	+	+	+	+	+	+	+	+	А-Б	П
<i>Protaphorura macfadyeni</i> (Gisin, 1953)	+	-	-	-	-	-	+	+	+	?	П + ГР
<i>Protaphorura stogovi</i> Pomorski, 1993	+	-	-	+	-	-	+	-	-	Б	П
<i>Protaphorura sp.1</i> (33/022/33442)	-	-	-	+	-	-					
<i>Protaphorura sp.2</i> (33/022/33344)	-	-	-	-	+	-					
Hypogastruridae											
<i>Ceratophysella longispina</i> (Tullberg, 1876)	-	-	-	-	+	+	-	+	-	А	Г
<i>Ceratophysella palustris</i> Martynova, 1978	-	-	+	-	+	+	-	+	-	П	П
<i>Ceratophysella scotica</i> (Carpenter, Evans, 1899)	+	+	-	-	-	-	+	+	+	?	П
<i>Choreutinula inermis</i> Tullberg, 1871	-	-	-	+	-	-	-	-	+	Б	П
<i>Hypogastrura viatica</i> (Tullberg, 1972)	-	+	+	+	+	+	+	-	+	А	К
Neanuridae											
<i>Anurida denisi</i> Bagnall, 1939	+	-	-	-	-	-	+	-	-	?	П
<i>Anurida komi</i> Babenko, 1998	+	+	-	-	-	-	-	-	+	?	?
<i>Anurida papillosa</i> (Axelson, 1902)	-	-	-	-	-	+	+	+	-	А-Б	П
<i>Micranurida pygmaea</i> Börner, 1901	-	-	-	-	+	+	+	+	+	Б	К
<i>Pseudachorutes dubius</i> Krausbauer, 1898	-	-	-	-	+	-	+	-	+	Б	П
<i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg, 1871)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Б	К
<i>Friesea truncata</i> Cassagnau, 1958	+	+	-	-	+	+	-	+	+	Б	П
Odontellidae											
<i>Xenylloides armatus</i> (Axelson, 1903)	-	+	-	-	-	+	+	+	+	Б	Г
Isotomidae											
<i>Agrenia riparia</i> Fjellberg, 1986	+	+	-	+	-	+	+	-	+	Б	Г
<i>Desoria blufusata</i> (Fjellberg, 1978)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	А-Б	Г
<i>Desoria neglecta</i> (Schäffer, 1900)	+	-	-	-	-	-	+	+	+	А-Б?	Г
<i>Desoria tolya</i> Fjellberg, 2007	+	+	+	+	+	+	+	+	-	П	П
<i>Desoria tshernovi</i> (Martynova, 1974)	+	+	-	+	+	+	-	+	+	А	Г
<i>Folsomia bisetosa</i> Gisin, 1953	+	-	-	-	+	+	+	+	-	А	Г
<i>Folsomia dovrensis</i> Fjellberg, 1976	+	-	-	-	-	-	+	-	+	?	П
<i>Folsomia longidens</i> Potapov et Babenko, 2000	-	-	+	-	+	+	-	+	-	А	П
<i>Folsomia manolachei</i> Bagnall, 1939	-	+	-	-	-	-	-	+	+	П	Г
<i>Folsomia palaeartica</i> Pot. et Bab., 2000	+	+	-	+	+	+	+	+	+	Б	Г
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg, 1871)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	П	Г
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839	+	+	-	+	+	+	+	+	+	П	Г
<i>Pachyotoma crassicauda</i> (Tullberg, 1871)	+	+	-	-	+	+	+	+	-	П	Г
<i>Parisotoma ekmani</i> Fjellberg, 1977	+	-	-	-	-	+	+	+	+	А-Б	Г
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	+	+	-	-	-	-	+	+	+	П	К

Таблица 1. (продолжение)
Table 1. (continuation)

Семейство и вид коллембол	Южные тундры		Типичные тундры				Кольский п-ов	о-в Долгий	Большеземельская тундра	Ареал	
	B1	B2	K1	K2	K3	K4				Ш	Д
<i>Proisotoma minima</i> (Absolon, 1901)	–	–	–	–	+	+	+	–	–	П	К
<i>Pseudanurophorus binoculatus</i> Kseneman, 1934	+	–	–	–	–	–	+	–	–	Б	Г
<i>Tetracanthella wahlgreni</i> Axelson, 1907	+	+	+	+	+	+	+	+	+	А-Б	П
Entomobryidae											
<i>Entomobrya nivalis</i> (L., 1758)	+	–	–	–	–	–	+	–	+	Б	К?
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	+	+	+	–	–	–	+	–	+	П	Г
Sminthurididae											
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	+	+	–	–	–	–	+	+	+	?	К?
Arrhopalitidae											
<i>Pygmarrhopalites principalis</i> (Stach, 1945)	+	–	–	–	–	–	+	+	+	Б	Г
Общее число видов	32	21	11	14	20	24	104	103	68		

Примечание: B1 — кочкарниковая ерничко-ивняковая тундра, B2 — ивняково-моховая тундра, K1 — разнотравный луг, K2 — мохово-лишайниковая бровка, K3 — переходная зона между песчаными дюнами и мохово-осоковой увлажненной тундрой, K4 — мохово-ивняковая увлажненная тундра; КП — Кольский п-ов, ОД — о-в Долгий, БТ — Большеземельская тундра. Ареалы: Д — долготный; К — космополитный, Г — голарктический, П — палеарктический, Гр — гренландский; Ш — широтный; А — арктический, А-Б — аркто-бореальный, Б — бореальный, П — полизональный.

Notes: B1 — dwarf Arctic birch and willow tundra, B2 — willow-moss tundra, K1 — herb meadow, K2 — moss-lichen brow, K3 — transitional zone between sandy dunes and the moss and sedge humidified tundra, K4 — moss and willow humidified tundra; КП — Kola Peninsula, ОД — Dolgii Island, БТ — Bolshezemelskaya tundra. Ranges: Д -longitudinal, К — Cosmopolitan, Г — Holarctic, П — Palaearctic, Гр — Greenlandic; Ш — width: А — Arctic, А-Б — Arcto-boreal, Б — Boreal, П — Polyzoal.

сообществ Русской равнины, и, по-видимому, не проникает ни в Западную Европу, ни в Зауралье [Babenko, 2008]. Очень интересной находкой оказался вид *Proisotoma minima*, являющийся доминантом в переходной зоне между песчаными дюнами и мохово-осоковой увлажнённой тундрой. Этот вид является широко распространённым в Голарктике, предпочитает разлагающиеся органические субстраты. Нами он впервые отмечен под корой берез и в трутовых грибах в средней тайге Республики Коми.

Нами также изучено население коллембол одного из островов Чаячьих, где были установлены только ловушки. Здесь был отмечен один вид *Hypogastrura viatica*, который широко распространён в Арктике, обычен на побережьях, очень обилен на птичьих базарах, в разлагающихся субстратах. Его уловистость составила от 660 до 2235 экз./10 лов.-суток в зависимости от периода отбора и колебалась с изменением температуры воздуха. Так, после штормовой погоды (17–19 июля) температура воздуха упала до 5–8 °С, что сказалось и на уловистости. Этот вид является очень мобильным, т.е. быстро реагирует на изменения условий, однако каких-то специфических адаптаций к развитию в высоких широтах у него нет. Всего же в Малоземельской тундре по предварительным данным отмечено шесть арктических видов (*Oligophorura ursi*, *Ceratophysella longidens*, *Folsomia bisetosa*, *Desoria tchernovi*, *Folsomia longidens*, *Hypogastrura viatica*). Совершенно очевидно, что основной особенностью арктической среды для коллембол, как пойкилотермных организмов, является не низкая зимняя температура, а краткость периода активной жизнедеятельности и сильные непредсказуемые колеба-

ния температуры в этот период [Babenko, 2005].

Заключение

Впервые исследованы сообщества коллембол Малоземельской тундры. Обнаружено 47 видов ногохвосток, из которых шесть видов являются арктическими. Наиболее разнообразно население коллембол ивняковых тундр, располагающихся в подзоне южных тундр устья р. Вельт. На всех участках преобладают широко распространенные виды *Folsomia quadrioculata*, а в типичных тундрах — *Deuterophorura variabilis*. Очевидно, приведенный список видов далеко неполон, и фауна коллембол данного региона нуждается в дальнейшем изучении.

Литература

- Alisov B.P. 1947. [Climatic areas and regions of USSR]. Moscow: Nauka. 211 p. [In Russian].
- Babenko A.B. 2002. Springtails of western Putorana plateau (Middle Siberia): fauna and altitude differentiation of assemblages // Entomological Review. Vol.82. No.7. P.901–919.
- Babenko A.B. 2003a. Landscape chorology of springtails in the Taimyr Peninsula: 1. Biotopic distribution of species // Entomological Review. Vol.83. No.8. P.1003–1021.
- Babenko A.B. 2003b. Landscape chorology of springtails in the Taimyr Peninsula: 2. Latitudinal species differentiation // Entomological Review. Vol.83. No.9. P.1194–1207.
- Babenko A.B. 2005. The structure of springtail fauna (Collembola) of the Arctic // Entomological Review. Vol.85. No.8. P.878–890.
- Babenko A.B. 2008. Springtails (Hexapoda, Collembola) in Karst Landscapes of the Pinega State Reserve // Entomological Review. Vol.88. No.2. P.150–163.
- Babenko A.B. 2012. Springtails (Hexapoda, Collembola) of tundra landscapes of the Kola Peninsula // Entomological Review. Vol.92. No.5. P.497–515.

Таблица 2. Относительное обилие (%) массовых видов, плотность, индексы доминирования и разнообразия сообществ коллембол в растительных ассоциациях Малоземельской тундры

Table 2. Relative abundance (%) of mass species, density, dominance and diversity indices of collembolan communities in plant associations of the Malozemel'skaya tundra

Вид	Южные тундры		Типичные тундры			
	В1	В2	К1	К2	К3	К4
<i>Folsomia quadrioculata</i>	21,4	10,0	63,8	3,4	15,3	15,0
<i>Deuterophorura variabilis</i>	< 1	–	25,4	2,3	17,9	36,5
<i>Tetracanthella wahlgreni</i>	< 1	61,6	2,3	58,7	2,5	1,7
<i>Protaphorura stogovi</i>	13,8	–	–	15,1	–	< 1
<i>Protaphorura boedvarssonii</i>	24,3	< 1	< 1	< 1	2,3	10,9
<i>Parisotoma notabilis</i>	14,1	< 1	–	–	–	–
<i>Proisotoma minima</i>	–	–	–	–	45,0	< 1
<i>Desoria tolya</i>	1,6	< 1	3,9	2,9	< 1	3,6
<i>Hypogastrura viatica</i>	–	< 1	3,4	10,7	7,2	6,1
<i>Mesaphorura krausbaueri</i>	7,9	–	< 1	–	1,4	< 1
<i>Isotoma viridis</i>	< 1	8,4	–	1,0	< 1	< 1
Средняя плотность, тыс. экз./м ²	105,3	41,3	222,1	30,6	34,5	89,9
Индекс доминирования Бергера-Паркера, D	0,24	0,62	0,64	0,59	0,45	0,36
Индекс Шеннона, H'	2,1	1,5	1,0	1,4	1,8	2,3

Примечание: обозначения ключевых участков как в таблице 1. Полуужирным шрифтом выделены эудоминанты и доминанты, прочерк означает, что вид не зарегистрирован.

Notes: designations of key sites as in table 1. The eudominants and dominants are shown in bold; «-» indicates the absence of a species.

- Babenko A.B., Fjellberg A. 2006. Collembola septentrionale. A catalogue of springtails of the Arctic regions. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 190 p.
- Chao A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population // Scandinavian Journal of statistics. Vol.11. P.265–270.
- Chernov Yu.I. 1985. [Environment and communities of tundra zone] // Soobshestva Krainego Severa i chelovek. Moscow: Nauka. P.8–22. [In Russian].
- Coulson S.J. 2007. Terrestrial and Freshwater Invertebrate Fauna of the High Arctic Archipelago of Svalbard // Zootaxa. Vol.1448. P.41–58.
- Coulson S.J., Convey P., Aakra K., Aarvik L., M.L. Ávila-Jiménez, A. Babenko, E. Biersma, S. Boström, J.E. Brittain, A. Carlsson, K.S. Christoffersen, W.H. De Smet, T. Ekrem, A. Fjellberg, L. Füreder, D. Gustafsson, D.J. Gwiazdowicz, L.O. Hansen, M. Hullé, L. Kaczmarek, M. Kolicka, V. Kuklin, H.-K. Lakka, N. Lebedeva, O. Makarova, K. Maraldo, E. Melekhina, F. Ødegaard, H.E. Pilskog, J.C. Simon, B. Sohlenius, T. Solhøy, G. Søli, E. Stur, A. Tanasevitch, A. Taskaeva, G. Velle, K. Zawierucha, K. Zmudzynska-Skarbek. 2014. The terrestrial and freshwater invertebrate biodiversity of the archipelagoes of the Barents Sea; Svalbard, Franz Josef Land and Novaya Zemlya // Soil biology and biochemistry. Vol.68. P.440–470.
- Dedov A.A. 2006. [Vegetation of the Malozemel'skaya and Timan tundras]. Syktyvkar. 159 p. [In Russian].
- Engelmann H.-D. 1978. Zur dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // Pedobiologia. Bd.18. S.378–380.
- Fjellberg A. 1998. The Collembola of Fennoscandia and Denmark // Fauna entomologica Scandinavica. Vol.35. 184 p.
- Fjellberg A. 2007. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II: Entomobryomorpha and Symphypleona // Fauna Entomologica Scandinavica. Vol.42. Leiden: Brill. 264 p.
- Goryachkin S.V., Gilichinskii D.A., Gubin S.V., Lapteva E.M., Lupachev A.V., Fedorov-Davidov D.G., Zazovskaya E.P., Mazhitova G.G., Mergelov N.S., Vinogradova Yu.A., Melekhina E.N., Taskaeva A.A. 2011. [Condition of the arctic and subarctic soils for the International polar year] // Polyarnaya kriosfera vody i suchi. Moscow: Paulsen. P.193–217. [In Russian].
- Kolesnikova A.A., Melekhina E.N., Taskaeva A.A. 2008. [Soil invertebrates in the subarctic tundra of the European part of Russia] // Sever: arcticheskii vector socialno-ekologicheskikh issledovani. Syktyvkar. P.295–315. [In Russian].
- Kozlovskaya L.S. 1955. [To the characteristic of soil fauna of the Bolshezemel'skaya tundra] // Doklady Akademii Nauk SSSR. T.104. Vol.3. P.1017–1018. [In Russian].
- Linnaniemi W. 1909. Zur kenntnis der Collembolenfauna der Halbinsel Kanin und Benachbarter Gebiete // Acta Societatis pro fauna et flora fennica. Bd.33. No.2. P.3–18.
- Linnaniemi W. 1919. Resultats scientifiques de l'expédition des freres Kuznecov (Kouznetzov) a l'oural Arctique en 1909, sous la direction de H. Backlund // Memoires de l'academie des sciences de russie. Petrograd. Vol.28. No.13.P.1–15.
- Pomorski R.J., Skarzynski D. 1995. Springtails (Collembola) collected in Chupa Inlet region (N Karelia, Russia) // Acta univ. wratislaviensis. No.29. P.48–57.
- Potapov M. 2001. Synopses on Palaearctic Collembola. Vol.3. Isotomidae. Görlitz. 601 p.
- Taskaeva A.A. 2005. [Vertical distribution of springtails (Collembola) at the Pechora-Ilych Reserve] // Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika. Syktyvkar. No.14. P.118–125. [In Russian].
- Taskaeva A.A. 2009. Springtail (Collembola) assemblages in floodlands of the taiga zone of the Republic of Komi // Entomological review. Vol.89. No.8. P.965–974.
- Taskaeva A.A., Nakul G.L. 2010. [Collembola population in places of seagull nesting at Kolokol'kova bay] // Materialy dokladov XVII Vserossiiskoi konferencii «Aktualnie problemi biologii i ecologii». Syktyvkar. P.120–121. [In Russian].
- Taskaeva A.A., Nakul G.L. 2011. [To collembola fauna knowledge of Velt river region (Malozemel'skaya tundra)] // Problemy pochvennoi zoologii: Materialy XVI Vseros. Soveshaniya po pochvennoi zoologii. Moscow: KMK. P.127–128. [In Russian].
- Taskaeva A.A., Kudrin A.A., Konakova T.N., Kolesnikova A.A. 2015. [Diversity of soil invertebrates in ecosystems near the Padimeyskie lakes in the Bolshezemel'skaya tundra region of Russia] // Eurasian Entomological Journal. Vol.14. No.5. P.480–488. [In Russian].
- [Vegetation of European part of USSR]. 1980. Leningrad: Nauka. 429 p. [In Russian].
- Zubrii N.A., Kolosova Yu.C., Taskaeva A.A., Melekhina E.N. 2011. [Activity of soil and land invertebrates during the winter period] // Bogolitsin K.G., Bolotov I.N. (Eds): Funkcionirovanie subarkticheskoi gidrotermalnoi ekosistemy v zimnii period. Ekaterinburg: UrO RAN. P.183–193. [In Russian].