



УДК 631.468

**ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В
СООБЩЕСТВАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**
**TROPHIC STRUCTURE OF SOIL MESOFAUNA COMMUNITIES
SOUTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA**

Е.В. Сергеева
E.V. Sergeeva

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, г. Тобольск, ул. Ак. Осипова, 15
Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 15 Ac. Osipova St, Tobolsk, 626150, Russia

E-mail: elenatbs@rambler.ru

Аннотация. В работе приведен анализ состава и распределения трофических групп почвообитающих беспозвоночных в сообществах южной тайги Западной Сибири, расположенных на геоморфологическом профиле от поверхности коренной террасы до поймы р. Иртыш. Выявлено, что почвенная мезофауна представлена всеми основными трофическими группами, но их соотношение и участие в структуре животного населения крайне неоднородно. Основными факторами среды, определяющими формирование состава и структуры почвенной биоты, являются положение в рельефе, растительный состав и гидротермический режим почвы.

Сообщества террасы характеризуются высокой биологической продуктивностью почв, свойственной растительным группировкам южной тайги. Высокие показатели обилия и массы сапротрофного комплекса здесь сравнимы с населением неморальных широколиственных лесов. Южные остепненные склоны и участки низкой поймы, характеризующиеся экстремальным гидротермическим режимом почвы, отличаются резким снижением всех трофических групп беспозвоночных. Характерной особенностью таких сообществ является значительное участие хищников и фитофагов и почти полное отсутствие функционального участия сапрофагов. Особое место, в ряду исследованных биотопов, занимает сосняк сфагново-кустарничковый, где трофические связи мезофауны сопоставимы с ценозами северной тайги. В таких местообитаниях абсолютными доминантами выступают хищники, с существенным преобладанием пауков.

Resumé. The paper presents the analysis of the composition and distribution of trophic groups of soil invertebrates communities in the South taiga of Western Siberia, located on the geomorphological profile of the root surface of the terrace to the floodplain of the Irtysh river. Only 11 biotopes were investigated. Accounting for soil mesofauna was performed by the method of manual dismantling of soil samples in 2009–2011 to a Lot of live invertebrates was determined by weighing on a torsion balance. At each site were selected 24 samples.

An integral component of the trophic structure of any community are invertebrates, presents all major types of food specialization. Their composition and the nature of the interaction with the environment determine the direction and dynamics of the transformation of organic matter in soils and affect the speed of rotation, which, in turn, determines the intensity of soil-forming process and the level of soil fertility. The use of soil animals is one of the key methods for the diagnosis of soil. The average weight of invertebrates varied in a very wide range – from 1.0 to 70.0 g/m². It is revealed that soil mesofauna represented all major trophic groups, but their relationship and participation in the structure of animal population is extremely heterogeneous. The most highly productive soils differed community located on the upland areas, the least – xerophytic slope and floodplain community.

The main environmental factors that determine the formation of the composition and structure of soil biota, are the position in the relief, vegetation composition and hydrothermal regime of the soil. Trophic structure of mesofauna communities of the indigenous terraces demonstrates the high productivity of soils, plant groups characteristic of the southern taiga. In more than half of such habitats is not less than 80% of Tomassi falls on saprotrophic complex, which is comparable with the population of nemoral broadleaved forests.

The lack of soil moisture as surplus, of course, are limiting for all groups of invertebrates. In this habitat there has been a sharp decline in the abundance and mass of soil biota. In the southern taiga and steppe they represented areas of low floodplain (the beach). The common characteristic trophic structure of these communities is a big part of predators (14–41%) and phytophages (20–55%) and decrease (or almost complete lack) of participation saprotrophes complex. Most dramatically this is evident in the slope of xerophytic beach.

In a number of investigated habitats is the pine forest of sphagnum-dwarf shrub. The composition of mesofauna and trophic relations are comparable with the Arctic communities, where absolute dominants are predators (73%), with a significant predominance of spiders. Saprobies are presented only in insignificant numbers of fly larvae, and the main part in the processing of the plant material belongs to the phytophagous (19%).



Ключевые слова: трофическая структура, мезофауна, почвенные беспозвоночные, Западная Сибирь, южная тайга.

Key words: trophic structure, mesofauna, soil invertebrates, Western Siberia, southern taiga.

Введение

Одна из важнейших характеристик экосистемы – ее продуктивность, тесно связанная с потоком энергии. Безостановочное производство биомассы – один из фундаментальных процессов биосферы. В наземных биогеоценозах обитателями почвы являются от 50 до 99% всех видов животных, а на их долю приходится 60–90% наземной зоомассы.

Разнообразие и структура почвенной биоты обуславливают направление и динамику трансформации органического вещества в почвах и влияют на скорость круговорота, что, в свою очередь определяет интенсивность почвообразовательного процесса и уровень плодородия почв [Стриганова, 1980].

Неотъемлемым компонентом трофической структуры любого сообщества являются беспозвоночные, представленные всеми основными типами пищевой специализации. Их соотношения и формирование состава зависят, прежде всего, от растительного покрова и типа почвы. Таким образом, трофическая структура животного населения почв позволяет дать оценку комплексу беспозвоночных в целом и выявить характер их взаимодействия со средой. Использование почвенных животных является одним из ключевых методов для диагностики почв [Гиляров, 1965; Жуков, 2003; Мордкович и др., 2003].

В настоящее время состав, динамика и биотопическое распределение почвенной мезофауны южной тайги Западной Сибири изучены достаточно полно и приведены в ряде работ [Стриганова, Порядина, 2005; Бухкало, Сергеева, 2012; Бухкало, 2013а, б; Сергеева, Важенина, 2013; Сергеева, 2010, 2011, 2014, 2015а, б, в и др.]. Анализ трофической структуры почвенных беспозвоночных приводится впервые и, таким образом, дополняет проведенные ранее исследования.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в Тюменской области: в окрестностях г. Тобольска, Тобольского и Уватского районов (стационар «Миссия»). Эта территория относится к подзоне южной тайги бассейна нижнего течения Иртыша и расположена почти в центре Западно-Сибирской равнины.

Учет мезофауны проводили методом ручной разборки почвенных проб площадью 1/16 м² (25×25 см) в осенний период 2009–2011 гг. Массу живых беспозвоночных определяли взвешиванием на торсионных весах. На каждой площадке отобрано по 24 пробы.

На поверхности коренной террасы р. Иртыш расположены южно-таежные группировки со сложным сочетанием хвойных и лиственных пород, являющиеся зональным типом растительности. Нередко встречаются луга и лиственные (березовые, березово-осиновые, реже липовые) леса, чаще всего вторичного происхождения [Западная Сибирь, 1963; Бачурин, Нечаева, 1975].

Склоны террасы южной экспозиции занимают ксерофитные сообщества, на которых встречаются степные виды растений и беспозвоночных животных [Сергеева, 2010; Бухкало, 2013; Сергеева, Важенина, 2013].

На левом берегу Иртыша формируются пойменные участки, флористический состав которых определяется продолжительностью и уровнем подтопления во время половодья. От уреза до берегового вала располагаются песчаные пляжи (в верхней части часто хвощевые). За ними следуют ивняки, возраст которых увеличивается по мере удаления от русла реки. По мере выхода из пойменного режима леса замещаются хвойными, преимущественно сосновыми группировками.



Всего исследовано 11 биотопов, расположенных на геоморфологическом профиле от поверхности коренной террасы до поймы р. Иртыш, отражающих основное растительное разнообразие:

1. коренная терраса – елово-пихтовый зеленомошно-кисличный лес, березово-осиновый разнотравный лес, липняк злаково-разнотравный, суходольный разнотравный луг, пырейно-осоковая (10-тилетняя) залежь;
2. склон южной экспозиции – ксерофитная полынно-злаковая ассоциация;
3. надпойменная терраса – сосняк зеленомошный, сосняк сфагново-кустарничковый;
4. пойма – ивняк злаково-разнотравный (средняя пойма), осоково-сабельниковый луг (низкая пойма), хвощево-разнотравная низкая пойма на границе с пляжем.

Трофическая специализация почвенных беспозвоночных приведена согласно литературным источникам [Стриганова, 1980; Стриганова, Чернов, 1980]. Анализ состава трофических групп представлен на уровне семейств и более высоких таксонов.

Результаты и их обсуждение

В сообществах южной тайги Западной Сибири почвенная мезофауна представлена всеми основными трофическими группами беспозвоночных, но их соотношение и участие в структуре животного населения почв крайне неоднородно (табл.).

Таблица

Средняя масса и распределение трофических групп почвенной мезофауны в сообществах южной тайги, в г/м²*

Table

The average weight and the distribution of trophic groups of soil mesofauna in the southern taiga communities, in g/m²*

Биотопы	Трофические группы				Всего
	Сапрофаги	Зоофаги	Фитофаги	Миксофаги	
Коренная терраса					
ЕПЛ	4.00	1.70	1.00	0.22	6.92
БОЛ	38.00	1.10	3.80	0.17	43.07
ЛЗР	3.36	0.80	1.30	0.20	5.66
СРЛ	61.21	1.91	6.21	0.27	69.60
ПОЗ	52.33	1.24	3.00	0.05	56.62
Склон террасы					
КПЗ	0.005	0.44	0.52	0.08	1.05
Надпойменная терраса					
СЗ	0.62	0.67	0.43	0.41	2.13
ССК	0.10	1.10	0.27	0.03	1.50
Пойма					
ИЗР	2.24	1.45	1.30	0.17	5.16
ОСЛ	3.13	0.68	0.93	-	4.74
ХРП	0.36	0.62	0.53	-	1.51

Примечание. * – приведены средние значения массы за три года. Биотопы: ЕПЛ – елово-пихтовый лес, БОЛ – березово-осиновый лес, ЛЗР – липняк злаково-разнотравный, СРЛ – суходольный разнотравный луг, ПОЗ – пырейно-осоковая залежь, КПЗ – ксерофитный полынно-злаковый склон, СЗ – сосняк зеленомошный, ССК – сосняк сфагново-кустарничковый, ИЗР – ивняк злаково-разнотравный, ОСЛ – осоково-сабельниковый луг, ХРП – хвощево-разнотравная пойма.

Note. * – shows the average weight for three years. Habitats: ЕПЛ – spruce-fir forest, БОЛ – birch and aspen forests, ЛЗР – linden grass-forb, СРЛ – upland grassy meadow, ПОЗ – wheatgrass-sedge deposit, КПЗ – xerophytic sagebrush-grass slope, СЗ – pine green moss, ССК – sphagnum-pine shrub, ИЗР – willow grass-forb, ОСЛ – marsh cinquefoil-sedge meadow, ХРП – horsetail-forbs floodplain.



Средняя масса беспозвоночных варьировала в очень широких пределах – от 1.0 до 70.0 г/м². Наиболее высокопродуктивными почвами отличались сообщества расположенные на плакорных участках, наименее – ценозы, характеризующиеся экстремальными условиями среды. В исследованном ряду биотопов они представлены ксерофильным склоном и участками низкой поймы.

Фитоценозы террасы выделялись высоким функциональным участием сапрофагов [Сергеева, 2011]. Их наибольшая активность отмечена в березово-осиновом лесу и на лугах (залежах), где они составляли от 88 до 93% биомассы всей мезофауны.

В зональном хвойном и липовом лесах масса сапрофагов значительно снижалась в десятки раз, однако их доля в трофической структуре оставалась на довольно высоком уровне (более 50%). Очевидно, основными, ограничивающими обилие сапрофагов, факторами здесь являлись более низкая теплообеспеченность почвы [Сергеева, 2015а] и преобладанием хвойного опада, не потребляемого многими животными [Стриганова, 1980].

В составе сапротрофного комплекса почв коренной террасы всегда доминировали олигохеты, представленные энхитреидами (*Enchytraeidae*) и дождевыми червями (*Lumbricidae*). В березово-осиновом лесу большую роль играли первичные разрушители органики – личинки мух *Sciaridae* и *Bibionidae*, нередко образующие в почве многотысячные колонии [Сергеева, 2015б]. В таких местообитаниях деятельность сапрофильных двукрылых имеет большое функциональное значение [Стриганова, 1980]. Только в липняке зарегистрированы двупарноногие многоножки (*Diplopoda*), но их количество было незначительным. В южной тайге нижнего Иртыша представители этого класса распространены крайне спорадично и их участие в разложении растительных остатков, по-видимому, не велико.

Стабильным компонентом трофической структуры ценозов террасы являлись фитофаги (5–23%). Их значительный вес отмечен на суходольном лугу (более 6 г/м²), за счет присутствия, главным образом, крупноразмерных личинок пластинчатоусых жуков (*Scarabaeidae*).

Масса хищников (зоофагов) варьировала в узких пределах, однако в состав доминантов они вошли только в липняке (14%) и ельнике (24%). Высокой численностью характеризовались пауки (*Aranei*), многоножки-костянки (*Lithobiidae*), стафилиниды (*Staphylinidae*) и жужелицы (*Carabidae*), наиболее обильные в хвойном лесу, где этому способствовал мощный зеленомошный покров.

Специфичная трофическая структура мезонаселения отмечена на южных склонах террасы, являющихся самыми северными ксерофитными участками в Западной Сибири и отличающихся своеобразным составом растений и беспозвоночных животных [Сергеева, 2010; Бухкало, 2013; Сергеева, Важенина, 2013].

Экстремальные условия среды обитания, связанные, прежде всего, с существенным колебанием, в течение сезона, гидротермического режима почвы обусловили здесь превалирующую позицию фитофагов (55%) и почти полное отсутствие сапрофагов, доля которых не превышала 1%. Такой адаптивный переход от сапрофагии к фитофагии в аридных сообществах закономерен и является их характерной особенностью [Чернов, 1975; Мордкович, 1982]. Наряду с этим таксономическое разнообразие фитофагов на склоне было скудным и представлено, преимущественно, собственно почвенными обитателями – личинками долгоносиков (*Curculionidae*) и пластинчатоусых жуков (*Scarabaeidae*). Немаловажную роль в переработке растительного материала, вероятно, играют выявленные только здесь равноногие раки – мокрицы (*Isopoda*). Они практически отсутствовали в почвенных пробах, однако их плотность в ловушках Барбера была довольно высока (до 63.4 экз. на 100 л.-сут.).

Достаточно прочную позицию на склоне занимали зоофаги (37%), основу которых составляли личинки ктырей (*Asilidae*) и миксофаги, представленные, главным образом, личинками жуков-щелкунов (*Elateridae*) – 7%.



Трофическая структура мезофауны сообществ надпойменной террасы имела разнородный характер. В сосняке зеленомошном ярко выраженные доминанты отсутствовали. С небольшим перевесом преобладали сапрофаги (29%) и хищники (31%). На долю других групп приходилось по 20%. Сапротрофный блок представлен, в основном, дождевыми червями (*Lumbricidae*), участие других (энхитреиды, личинки мух) было невелико. Среди зоофагов преобладали пауки, многоножки-костянки и жуки. В состав фитофагов входили растительноядные клопы (*Heteroptera*), цикадовые (*Cicadinea*), гусеницы (*Lepidoptera*) и долгоносики (*Curculionidae*). Необходимо отметить здесь значительную роль миксофагов. В исследованном ряду биотопов показатели их абсолютной (г/м^2) и относительной (%) массы являлись максимальными.

Сосняк сфагново-кустарничковый представляет собой сильной заболоченный ценоз с мощным торфянистым горизонтом. В Западной Сибири такие сообщества широко распространены в северной тайге [Ильина и др., 1985]. Они отличаются высокой (избыточной) влажностью, значительной кислотностью, большим количеством закисных соединений, малым содержанием зольных веществ и пр. Древостой угнетен и разрежен.

Такие неблагоприятные свойства почвы в полной мере отразились на животном населении. В трофической структуре резко преобладающую позицию (73%) занимали хищники, преимущественно, пауки – одна из самых процветающих групп арктической фауны [Чернов, 1992]. Около 20% принадлежало фитофагам, основное обилие которых составляли, обитающие на поверхности, пластинчатые червецы (*Ortheziidae*) и листоеды (*Chrysomelidae*). На долю сапрофагов приходилось до 6%, однако их средняя масса была крайне низкой и соответствовала таковой ксерофитных местообитаний. В их комплекс входили лишь личинки мух *Tipulidae* и *Sciaridae*. Высокое содержание во мхах клетчатки и лигнина затрудняет переваривание и усвояемость его многими животными. Поэтому темпы разложения мхов чрезвычайно низкие, благодаря чему в таких биотопах происходит активное торфообразование, а основная часть энергии депонируется в органическом материале десятки лет [Стриганова, 1985]. Более заметную роль в потреблении мхов тундровых и болотистых почв играют личинки типулид [Smirnov, 1961; Стриганова, 1982], что подтверждается и нашими исследованиями.

В пойменных сообществах трофическая структура беспозвоночных отличалась нестабильностью и зависела от степени переувлажнения почвы, чему способствовали колебания уровня грунтовых вод и периодическое подтопление.

В изученных биотопах поймы миксофаги в большинстве случаев отсутствовали, а другие группы, как правило, находились на почти одинаковом уровне. В ивняке с небольшим перевесом доминировали сапрофаги (44%), представленные как олигохетами, так и личинками мух. На долю фитофагов и зоофагов приходилось от 25 до 28% соответственно. Среди первых преобладали гусеницы (*Lepidoptera*) и моллюски (*Mollusca*), вторых – пауки (*Aranei*) и костянки (*Lithobiidae*).

На заливном лугу участие сапрофагов было несколько выше (66%), но в их состав входили лишь дождевые черви (*Lumbricidae*). За ними следовали фитофаги (20%), основу массы которых составляли моллюски. У хищников (14%) преобладали обитатели верхних горизонтов почвы (пауки, жужелицы, стафилины).

В условиях пойменных сообществ хвощево-разнотравный участок отличался самыми низкими показателями плотности и биомассы почвенной мезофауны. Это связано не только с ежегодным длительным затоплением, но и высоким уровнем грунтовых вод в течение всего сезона. Поэтому в трофической структуре присутствовали, в основном, населяющие поверхность почвы зоофаги (41%) и фитофаги (35%), способные к горизонтальным миграциям (пауки, жужелицы, листоеды, клопы). Среди сапрофагов отмечены лишь личинки *Tipulidae*, но их обилие и масса были незначительными.



Заключение

Таким образом, исследованные сообщества южной тайги Западной Сибири характеризуются присутствием всех основных трофических групп беспозвоночных, однако их функциональное участие в структуре животного населения почв неодинаковое. Биомасса мезофауны варьирует в очень широких пределах и зависит, прежде всего, от обилия сапрофагов (преимущественно дождевых червей).

На состав и структуру почвенных беспозвоночных большое влияние оказывают следующие факторы среды: положение в рельефе, растительный состав и гидротермический режим почвы [Сергеева, 2015В].

Трофическая структура мезофауны сообществ коренной террасы демонстрирует высокую продуктивность почв, свойственную растительным группировкам южной тайги. В более чем в половине таких местообитаний не менее 80% зоомассы приходится на сапротрофный комплекс, что сравнимо с населением неморальных широколиственных лесов, и уже отмечалось рядом авторов [Стриганова, Порядина, 2005].

Недостаток влажности почвы, как и ее переизбыток, безусловно, являются лимитирующими для всех групп беспозвоночных животных. Здесь наблюдается резкое снижение обилия и массы почвенной биоты. В южной тайге они представлены остепненными склонами и участками низкой поймы. Общей отличительной особенностью трофической структуры этих сообществ является большое участие хищников и фитофагов и уменьшение (или почти полное отсутствие) функционального участия сапротрофного комплекса. Наиболее резко это проявляется на ксерофитном склоне и хвощевом пляже.

В ряду исследованных биотопов особое место занимает сосняк сфагново-кустарничковый. Состав мезонаселения и его трофические связи здесь в полной мере сопоставимы с арктическими ценозами, где абсолютными доминантами выступают хищники, с существенным преобладанием пауков. Сапрофаги представлены только незначительным числом личинок мух, а основное участие в переработке растительного материала принадлежит фитофагам.

Благодарности

Автор признательна коллегам, сотрудникам лаборатории экологии растений и животных в зоне рискованного земледелия (ТКНС УрО РАН, Тобольск) С.П. Бухкало, Д.Е. Галичу и Н.В. Важениной за помощь в отборе материала и разборке почвенных проб.

Список литературы References

1. Бачурин Г.В., Нечаева Е.Г. 1975. Южная тайга Прииртышья: Опыт стационарного исследования южнотаежных топогеосистем. Новосибирск, Наука, 248.
2. Bakhurin G.V., Nechaeva E.G. 1975. Juzhnaja tajga Priirtysh'ja: Opyt stacionarnogo issledovaniya yuzhnotaezhnyh topogeosistem [South taiga of Irtysh region: Experience of stationary study of topogeosistem of southern taiga]. Novosibirsk, Nauka, 248. (in Russian)
3. Бухкало С.П., Сергеева Е.В. 2012. Межгодовая динамика состава и структуры почвенных беспозвоночных сообществ коренной террасы Иртыша. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 15 (20): 59–64.
4. Bukhkalov S.P., Sergeeva E.V. 2012. The interannual dynamics of composition and structure of soil invertebrates indigenous communities terrace of the Irtysh. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 15 (20): 59–64. (in Russian)
5. Бухкало С.П. 2013а. Аналогии степей в южной тайге Западной Сибири. В кн.: Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана. Материалы международной научной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения И.И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). Пенза, Изд-во ПГУ: 210–211.
6. Bukhkalov S.P. 2013a. Analogues of steppes in the southern taiga of Western Siberia. In: Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj 140-letiyu so dnya rozhdeniya I.I. Sprygina [Proceedings of the international scientific conference devoted to the 140th anniversary of



the birth I.I. Sprygina (Penza, 10–13 June 2013)]. Penza, Publishing Penza State University: 210–211. (in Russian)

4. Бухкало С.П. 2013б. Структура населения беспозвоночных ксерофильных сообществ южной тайги Западной Сибири. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 7 (24): 62–66.

Bukhkalov S.P. 2013b. The structure of the population of invertebrates xerophilous communities of southern taiga of Western Siberia. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 7 (24): 62–66. (in Russian)

5. Гиляров М.С. 1965. Зоологический метод диагностики почв. М., Наука, 276.

Gilyarov M.S. 1965. Zoologicheskij metod diagnostiki pochv [Zoological soil diagnosis method]. Moscow, Nauka, 276. (in Russian)

6. Жуков А.В. 2003. Зоологическая диагностика почв на основе анализа трофической структуры почвенной мезофауны степного Приднепровья. Экология и ноосферология, 13 (1–2): 104–112.

Zhukov A.V. 2003. Biological Diagnosis of soil based on the analysis of the trophic structure of soil mesofauna of steppe Dnieper. Ekhologiya i noosferologiya [Ecology and noospherology], 13 (1–2): 104–112. (in Russian)

7. Западная Сибирь. 1963. М., Изд-во АН СССР, 498.

Zapadnaya Sibir' [West Siberia]. 1963. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 498. (in Russian)

8. Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н., Мельцер Л.И., Романова Е.А., Богоявленский Б.А., Махно В.Д. 1985. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск, Наука, 250.

Il'ina I.S., Lapshina E.I., Lavrenko N.N., Mel'cer L.I., Romanova E.A., Bogoyavlenskij B.A., Mahno V.D. 1985. Rastitel'nyj pokrov Zapadno-Sibirskoj ravniny [The vegetation cover of the West Siberian Plain]. Novosibirsk, Nauka, 250.

9. Мордкович В.Г., Андриевский В.С., Березина О.Г., Марченко И.И. 2003. Зоологический метод диагностики почв в северной тайге Западной Сибири. Зоологический журнал, 82 (2): 188–196.

Mordkovich V.G., Andrievskij V.S., Berezina O.G., Marchenko I.I. 2003. Zoological soil diagnosis method in the northern taiga of West Siberia. Zoologicheskij zhurnal [Zoological journal], 82 (2): 188–196. (in Russian)

10. Мордкович В.Г. 1982. Степные экосистемы. Новосибирск, Наука, 208.

Mordkovich V.G. 1982. Stepnye ehkosistemy [Steppe ecosystems]. Novosibirsk, Nauka, 208. (in Russian)

11. Сергеева Е.В. 2010. Динамика населения почвообитающих беспозвоночных травянистых сообществ южной тайги Западной Сибири. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 9 (11): 65–72.

Sergeeva E.V. 2010. Population dynamics of soil invertebrates of grassy communities of the southern taiga of Western Siberia. Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 9 (11): 65–72. (in Russian)

12. Сергеева Е.В. 2011. Распределение беспозвоночных-сапрофагов в сообществах коренной террасы Иртыша. В кн.: Тобольск научный – 2011. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции (Тобольск, 11–12 ноября 2011 г.). Тобольск, Полиграфист: 64–65.

Sergeeva E.V. 2011. The distribution of invertebrate-saprophages in the indigenous communities of the terraces of the Irtysh. In: Tobol'sk nauchnyj – 2011. Materialy VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Tobolsk scientific – 2011 Materials of the VIII all-Russian scientific-practical conference (Tobolsk, on November 11–12, 2011)]. Tobolsk, Typographer: 64–65. (in Russian)

13. Сергеева Е.В., Важенина Н.В. 2013. Ксерофильные жесткокрылые подзоны южной тайги Западной Сибири. В кн.: Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана. Материалы международной научной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения И.И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). Пенза, Изд-во ПГУ: 330.

Sergeeva E.V., Vazhenina N.V. 2013. Xerophilous beetles of southern taiga of Western Siberia. In: Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj 140-letiyu so dnya rozhdeniya I.I. Sprygina [Proceedings of the international scientific conference devoted to the 140th anniversary of the birth of I.I. Sprygin (Penza, 10–13 June 2013)]. Penza, Publishing Penza State University: 330. (in Russian)

14. Сергеева Е.В. 2014. Распределение почвообитающих личинок жесткокрылых в сообществах коренной террасы Иртыша. В кн.: Проблемы почвенной зоологии. Материалы



XVII Всероссийского Совещания по почвенной зоологии (г. Сыктывкар, 22–26 сентября 2014 г.). М., Т-во научных изданий КМК: 205–206.

Sergeeva E.V. 2014. The distribution of soil larvae of Coleoptera in the indigenous communities of the terrace of the Irtysh. *In: Problemy pochvennoj zoologii. Materialy Vserossijskogo soveshhanija po pochvennoj zoologii* [Problems of Soil Zoology. Materials of XVII All-Russian Conference on Soil Zoology (Syktyvkar, 22–26 September 2014)]. Moscow, T-vo nauchnyh izdanij KMK: 205–206. (in Russian)

15. Сергеева Е.В. 2015а. Состав и структура населения дождевых червей в лесах южной тайги Западной Сибири. *В кн.: Фундаментальные и прикладные вопросы лесного почвоведения. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием* (Сыктывкар, 14–18 сентября 2015 г.). Сыктывкар, Изд-во Коми НЦ УрО РАН: 166–168.

Sergeeva E.V. 2015a. The composition and structure of the population of earthworms in the forests of southern taiga of Western Siberia. *In: Fundamental'nye i prikladnye voprosy lesnogo pochvovedeniya. Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhduнародным uchastiem* [Fundamental and applied problems of forest soil science. Materials of All-Russian scientific conference with international participation (Syktyvkar, 14–18 September 2015)]. Syktyvkar, Komi Science Centre, Ural Division, Russian AS: 166–168. (in Russian)

16. Сергеева Е.В. 2015б. Сезонная динамика состава и структуры почвенной мезофауны в сообществах коренной террасы Иртыша. *Современные проблемы науки и образования*, 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23076>. (2 февраля 2016 г.).

Sergeeva E.V. 2015b. Seasonal dynamics of composition and structure of soil macrofauna in indigenous communities terrace of the Irtysh. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 6. Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23076>. (accessed 2 February 2016) (in Russian)

17. Сергеева Е.В. 2015в. Состав и структура почвенной мезофауны в сообществах коренной террасы Иртыша. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 15 (32): 61–66.

Sergeeva E.V. 2015v. Composition and structure of soil macrofauna in indigenous communities terrace of the Irtysh. *Nauchnye vedomosti BelGU. Estestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 15 (32): 61–66. (in Russian)

18. Стриганова Б.Р. 1980. Питание почвенных сапрофагов. М., Наука, 244.

Striganova B.R. 1980. *Pitanie pochvennyh saprofagov* [Eating soil saprophages]. Moscow, Nauka, 244. (in Russian)

19. Стриганова Б.Р., Чернов Ю.И. 1980. Трофические отношения почвенных животных и их зонально-ландшафтные особенности. *В кн.: Структурно-функциональная организация биогеоценозов*. М., Наука: 269–288.

Striganova B.R., Chernov Yu.I. 1980. The trophic relationships of soil animals and their zonal and landscape features. *In: Strukturno-funkcional'naya organizaciya biogeocenzov* [Structural and functional organization of ecosystems]. Moscow, Nauka: 269–288. (in Russian)

20. Стриганова Б.Р. 1982. Пищевые связи почвенных личинок комаров-долгоножек (Tipulidae, Diptera) в арктических тундрах. *Зоологический журнал*, 61 (4): 535–542.

Striganova B.R. 1982. Food soil larvae of crane fly (Tipulidae, Diptera) in the Arctic tundra. *Zoologicheskij zhurnal* [Zoological journal], 61 (4): 535–542. (in Russian)

21. Стриганова Б.Р. 1985. Функциональная характеристика сапрофильного комплекса почвенных беспозвоночных. *В кн.: Разложение растительных остатков в почве*. М., Наука: 24–37.

Striganova B.R. 1985. Functional characterization of saprotrophic complex soil invertebrates. *In: Razlozhenie rastitel'nyh ostatkov v pochve* [Decomposition of plant residues in the soil]. Moscow, Nauka: 24–37. (in Russian)

22. Стриганова Б.Р., Порядина Н.М. 2005. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины. М., Т-во научных изданий КМК, 234.

Striganova B.R., Porjadina N.M. 2005. *Zhivotnoe naselenie pochv boreal'nyh lesov Zapadno-Sibirskoj ravniny* [The animal population of the boreal forest soils of the West Siberian plain]. Moscow, T-vo nauchnyh izdanij KMK, 234. (in Russian)

23. Чернов Ю.И. 1975. Природная зональность и животный мир суши. М., Мысль, 222.

Chernov Yu.I. 1975. *Prirodnaya zonal'nost' i zhivotnyj mir sushi* [Natural zoning of land and animal world]. Moscow, Mysl', 222. (in Russian)

24. Чернов Ю.И. 1992. Кого больше в тундре – хищников или фитофагов? *В кн.: Ценоотические взаимодействия в тундровых экосистемах*. М., Наука: 111–127.

Chernov Yu.I. 1992. Are there more predators or herbivores in the tundra? *In: Cenoticheskie vzaimodejstviya v tundrovyyh ehkositemah* [Cenotic interaction in tundra ecosystems]. Moscow, Nauka: 111–127. (in Russian)

25. Smirnov N.N. 1961. Food cycles in sphagnum bogs. *Hydrobiologia*, 17 (1–2): 175–182.