

УДК 631.468

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В СООБЩЕСТВАХ КОРЕННОЙ ТЕРРАСЫ ИРТЫША

Сергеева Е.В.

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, Россия, e-mail: elenatbs@rambler.ru

Проведены исследования сезонной динамики состава и структуры почвенных беспозвоночных в сообществах коренной террасы Иртыша. Выявлено, что сезонные колебания численности и массы характерны почти для всех групп мезофауны, но особенно выражены у Oligochaeta, Aranei, Coleoptera и Diptera. Во всех сообществах максимальная концентрация беспозвоночных отмечена в осенний период, в это время в почве полностью формируется уходящий на зимовку состав. Несмотря на одинаковое влияние погодных условий года динамика плотности популяций большинства беспозвоночных не имела общей направленности. Большое, если не решающее влияние на состав и сезонные колебания численности мезофауны оказывают внутрибиотопические факторы: особенности растительного покрова (мощность подстилки, сомкнутость крон, флористическое разнообразие) и гидротермический режим почвы, наиболее динамичный в открытых местообитаниях. Немаловажную роль играют экологические и биологические аспекты жизнедеятельности беспозвоночных, такие как продолжительность жизненного цикла, массовые вспышки численности, приуроченность к местообитаниям и пищевая избирательность.

Ключевые слова: мезофауна, коренная терраса, почвенные беспозвоночные, сезонная динамика, Западная Сибирь, южная тайга

SEASONAL DYNAMICS OF COMPOSITION AND STRUCTURE OF SOIL MACROFAUNA IN INDIGENOUS COMMUNITIES TERRACE OF THE IRTYSH

Sergeeva E.V.

Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk, Russia, e-mail: elenatbs@rambler.ru

Conducted study of the seasonal dynamics of composition and structure of soil invertebrate communities in native terrace of the Irtysh river. It is revealed that seasonal fluctuations in the number and mass is characteristic almost for all groups of the macrofauna, but is especially pronounced among Oligochaeta, Aranei, Coleoptera and Diptera. In all communities the maximum concentration of invertebrates observed in the autumn, at this time in the soil is fully formed, the outgoing winter composition. Revealed that, despite having the same effect of weather conditions, dynamics of the density of the populations of most invertebrates do not have a common orientation. Great, if not decisive influence on the composition and seasonal variations in abundance of macrofauna intra biotopical factors: vegetation cover (power litter, opacity, floristic diversity) and hydrothermal regime of the soil, the most dynamic in open habitats. The important role played by environmental and biological aspects of invertebrates, such as the length of the life cycles, massive outbreaks of the population, are confined to habitats and food selectivity.

Keywords: macrofauna, indigenous terrace, soil invertebrates, seasonal dynamics, Western Siberia, southern taiga

Район исследования находится в подзоне южной тайги Западной Сибири, где зональным типом растительности являются южно-таежные группировки, расположенные на поверхности коренной террасы р. Иртыш. В течение полутора столетий южная тайга испытывает сильный антропогенный пресс, поэтому в настоящее время на территории преобладают леса вторичного происхождения, характеризующиеся сложным сочетанием хвойных и лиственных пород. Травянистые сообщества коренной террасы, как правило, представлены нарушенными антропогенно-модифицированными участками, находящимися на разных стадиях сукцессионного развития.

Комплекс почвенных беспозвоночных в целом и отдельные его элементы очень чувствительны к большинству факторов и реагируют на малейшие изменения влажности, температуры, химического состава почвы, растительного покрова, что позволяет успешно использовать его для зоологической диагностики и индикационных целей [3].

Современные исследования мезофауны, на территории южной тайги Западной Сибири, посвящены, главным образом, межгодовым (разногодичным) колебаниям структуры животного населения почв [1, 5-7].

Цель исследования – выявить особенности сезонной динамики состава и структуры почвообитающих беспозвоночных в разных растительных сообществах коренной террасы Иртыша.

Материал и методы исследований

Исследования проведены в трех сообществах коренной террасы р. Иртыш, расположенных в непосредственной близости друг от друга, но принципиально отличающихся растительным составом: елово-пихтовый зеленомошный и березово-осиновый высокотравный леса, суходольный разнотравный луг.

Анализ сезонной динамики состава и структуры мезофауны основан на результатах весенних (май), летних (июль) и осенних (октябрь) почвенно-зоологических раскопок в 2011 году. В работе использованы осенние учеты 2010 года, позволившие проследить циклы развития некоторых беспозвоночных. Количественные учеты проводили методом ручной разборки почвенных проб площадью $1/16 \text{ м}^2$ ($25 \times 25 \text{ см}$), в лабораторных условиях [2]. Массу живых беспозвоночных определяли взвешиванием на торсионных весах.

Измерение температуры почвы проводили терморегистраторами (логгерами) DS 1921 G-F5 на глубине 5 см. Значения среднемесячных температур почвы в ряду исследованных биотопов имели существенные различия и больше всего проявлялись между лугом и лесами. Так, средняя температура почвы в мае на разнотравном лугу составляла около 10°C , тогда как в лесных сообществах еще не превышала 5°C . В летние месяцы (июнь-август) почва луга в среднем прогревалась на $4-6^\circ\text{C}$ больше, чем в лесах. С сентября по октябрь температура почвы во всех биотопах выравнивалась. Максимальные показатели теплообеспеченности почвы во всех сообществах отмечены в июле – от $13,3$ (ельник) до $18,7^\circ\text{C}$ (луг), минимальные – в лесах – май ($3,4-4,8^\circ\text{C}$), на лугу – октябрь ($5,4^\circ\text{C}$). В целом, сумма температур (за 6 месяцев 2011 г.) в елово-пихтовом лесу составила 1761°C , в березово-осиновом – 1924°C , на разнотравном лугу – 2425°C .

Результаты исследования и их обсуждение

Сезонные колебания численности и массы выявлены у всех групп беспозвоночных, но особенно были выражены у олигохет (Oligochaeta), пауков (Aranei), жуков (Coleoptera) и

личинок мух (Diptera), составляющих основу животного населения на всех исследованных участках. Максимальные показатели мезофауны везде отмечены в осенний период (таблица).

Сезонная динамика численности (экз./м²) и массы (г/м²) основных групп почвенных беспозвоночных в сообществах коренной террасы Иртыша

Беспозвоночные	Период исследования							
	Осень 2010		Весна 2011		Лето 2011		Осень 2011	
	экз./м ²	г/м ²	экз./м ²	г/м ²	экз./м ²	г/м ²	экз./м ²	г/м ²
Елово-пихтовый зеленомошный лес								
OLIGOCHAETA	16	0,62	26	6,31	42	15,87	104	4,99
Enchytraeidae	8	<0,1	12	<0,1	6	<0,1	88	<0,1
Lumbricidae	8	0,61	14	6,30	36	15,86	16	4,94
MOLLUSCA	8	<0,1	-	-	2	<0,1	14	0,14
ARANEI	66	0,21	32	<0,1	24	<0,1	78	0,33
CHILOPODA	18	<0,1	44	0,12	56	0,15	14	<0,1
COLEOPTERA	472	1,34	122	0,99	154	1,00	424	2,19
DIPTERA	78	0,78	14	0,16	116	2,26	172	2,02
Прочие беспозвоночные	8	0,27	6	0,17	8	<0,1	32	0,15
Все группы	666	3,34	244	7,80	402	19,45	838	10,24
Березово-осиновый высокотравный лес								
OLIGOCHAETA	116	20,69	168	59,53	122	26,99	174	21,0
Enchytraeidae	44	0,13	52	0,12	36	0,15	116	0,26
Lumbricidae	72	20,56	116	59,41	86	26,84	58	20,74
MOLLUSCA	34	3,15	12	0,20	6	0,23	18	1,37
ARANEI	54	0,12	40	<0,1	54	0,31	52	0,19
CHILOPODA	58	0,19	32	0,12	52	0,14	26	<0,1
NETEROPTERA	78	0,45	14	<0,1	20	<0,1	8	<0,1
COLEOPTERA	330	1,40	168	0,78	138	0,96	320	1,17
DIPTERA	4660	9,97	254	1,97	84	0,64	1200	4,84
Прочие беспозвоночные	6	<0,1	4	<0,1	4	<0,1	6	<0,1
Все группы	5336	36,00	692	62,80	480	29,35	1804	28,77
Суходольный разнотравный луг								
OLIGOCHAETA	266	56,30	188	38,60	126	10,25	1412	71,82
Enchytraeidae	94	<0,1	46	<0,1	60	0,10	1142	1,10
Lumbricidae	206	56,20	142	38,55	66	10,15	270	70,72
ARANEI	70	0,14	58	0,10	48	0,13	128	0,43
CHILOPODA (Geophilidae)	42	0,21	30	0,25	28	0,16	46	0,25
CICADINEA	14	<0,1	6	<0,1	18	<0,1	2	<0,1
NETEROPTERA	6	<0,1	26	<0,1	22	0,16	48	0,46
COLEOPTERA	176	15,50	180	5,45	200	8,52	190	4,26
LEPIDOPTERA	8	0,17	4	<0,1	6	<0,1	6	<0,1
DIPTERA	36	0,22	68	0,15	8	<0,1	66	0,91
Прочие беспозвоночные	6	0,12	2	<0,1	4	1,44	46	0,36

В елово-пихтовом лесу плотность и биомасса почвенной мезофауны в течение вегетационного периода изменялись в 2,5-3,5 раза. Основными группами являлись пауки (Aranei), жуки (Coleoptera) и личинки мух (Diptera).

Пауки превалировали в осенний период, весной и осенью их количество было в несколько раз ниже. Среди жуков всегда преобладали стафилины (*Staphylinidae*). Весной и летом плотность их популяций составляла 60 экз./м², а осенью возросла до 310 экз./м². Причиной такого многократного увеличения численности, очевидно, послужило наличие в сообществе мощного зеленомошного покрова, являющегося благоприятным местом зимовки. Тоже можно отнести к жукам-трясинникам (*Scirtidae*), зарегистрированным только в осенних учетах (38 экз./м²). В годы массового размножения концентрация их в подстилке ельника может достигать до 280 экз./м² [6]. Кроме перечисленных семейств жесткокрылых необходимо отметить долгоносикообразных жуков (28-50 экз./м²) и жужелиц (14-24 экз./м²), максимальное количество которых выявлено летом. Сезонные колебания численности других семейств были незначительными и существенно не влияли на структуру животного населения почв.

Личинки мух преобладали в летне-осенний период. Сезонную динамику численности определяли, прежде всего, личинки *Vibionidae* – от 72 до 102 экз./м², для которых характерны образования больших скоплений – «гнезд».

Весной общее количество личинок *Diptera* было значительно ниже, что, возможно, связано с ранними вылетами имаго, особенно характерными для мух, личинки которых развиваются в верхних горизонтах почвы. Кроме *Vibionidae* наиболее представительными были *Dolichopodidae* (10-18 экз./м²), *Empididae* (4-12 экз./м²) и подотряд *V.-Cyclorrhapha* (2-20 экз./м²), с максимумами обилия в осенний период. Интересно присутствие летом личинок ктырей (*Asilidae*) – 8 экз./м², встречающихся в таких количествах только на остепненных склонах коренной террасы Иртыша [5].

Среди олигохет (*Oligochaeta*) наиболее существенными сезонными флуктуациями характеризовались энхитреиды (*Enchytraeidae*), значительно преобладающие в осенних пробах. Дождевые черви (*Lumbricidae*), напротив, превалировали летом, по-видимому, в период наибольшей теплообеспеченности почвы.

Облигатным компонентом зонального хвойного сообщества являлись губоногие многоножки (*Chilopoda*), представленные, главным образом, костянками (*Lithobiidae*). Зеленомошный покров ельника и его влагоудерживающая способность обеспечивали им благоприятные условия обитания в течение всего вегетационного периода. Их сезонная динамика характеризовалась весенне-летним пиком численности (40-50 экз./м²) и агрегированным распределением. Другие представители многоножек – землянки (*Geophilidae*) встречались в небольших количествах только весной и летом. На исследованной территории они предпочитают открытые, хорошо прогреваемые

местообитания [8], поэтому отсутствие их в ельнике осенью, очевидно, связано с дефицитом тепла.

Основу биомассы мезофауны елово-пихтового леса составляли, главным образом, дождевые черви. В весенне-летний период их доля была не менее 80% и только осенью снижалась до 48%. Летом и осенью достаточно высокими показателями массы характеризовались жуки и личинки мух.

В березово-осиновом лесу плотность и биомасса беспозвоночных изменялись в 2-4 раза. Основу животного населения почв составляли олигохеты (*Oligochaeta*), жуки (*Coleoptera*) и личинки мух (*Diptera*).

Максимальная численность энхитрид (*Enchytraeidae*) выявлена осенью, минимальная – летом, что связано с сезонными колебаниями влажности почвы. Обилие дождевых червей (*Lumbricidae*) постепенно снижалось от весны к осени. Это вполне закономерно, т.к. известно, что большинство видов дождевых червей, не способно усваивать не разрушенную органику [9]. Поэтому их значительные показатели плотности отмечены в период наибольшего количества в почве прошлогоднего листового опада, уже прошедшего ферментативную обработку другими организмами. Осенью количество червей значительно снижалось, а в подстилке преобладали первичные разрушители – личинки двукрылых.

Среди жуков более высокой численностью и сезонными колебаниями характеризовались жужелицы (*Carabidae*) – 14-24 экз./м², стафилины (*Staphylinidae*) – 40-146 экз./м² и долгоносикообразные (*Curculionoidea*) – 16-66 экз./м². На протяжении всего вегетационного периода в биотопе встречались личинки щелкунов (*Elaterridae*) и мягкотелок (*Cantharidae*). Экстремумы обилия первых отмечены осенью (24 экз./м²) и весной (46 экз./м²), вторых – летом (12 экз./м²) и осенью (24 экз./м²) соответственно.

Самые существенные флуктуации численности в березово-осиновом лесу выявлены у личинок двукрылых, определяемые, прежде всего, личинками мух *Vibionidae*. В весенних пробах они составляли 166 экз./м², а большая их часть находилась на стадии куколки. Летом их количество значительно снизилось (за счет вылета имаго), осенью в почве наблюдалось новое поколение личинок в количестве 1124 экз./м².

В октябре 2010 г. здесь была отмечена рекордно высокая плотность личинок *Sciaridae*, превышающих 4 тыс. экз./м², а обилие *Vibionidae* было крайне незначительным. Очевидно, что для обоих выявленных семейств характерны массовые, не конкурирующие между собой, вспышки численности. В это время они способны образовывать в почве многочисленные колонии. Являясь первичными разрушителями органики деятельность таких сапрофильных двукрылых имеет большое функциональное значение в смешанных и мелколиственных лесах [9].

Кроме перечисленных групп беспозвоночных постоянными обитателями сообщества являлись моллюски (Mollusca), пауки (Aranei) и губоногие многоножки (Chilopoda), однако плотность их популяций и сезонные колебания были менее значительными.

Основная биомасса мезофауны березово-осинового леса принадлежит дождевым червям, составляющим в периоды их максимальной численности до 95%. Осенью высокие значения массы отмечены у личинок мух.

На разнотравном лугу общие показатели численности и биомассы беспозвоночных варьировали в 3,5-4 раза. Существенные колебания численности были обусловлены, главным образом, энхитреидами (Enchytraeidae), плотность которых в течение сезона изменялась в широких пределах, достигая абсолютного максимума осенью. Это вполне закономерно, так как в открытых местообитаниях влажность почвы в осенний период достигает своих наибольших значений. Известно [4], что зависящие от влажности субстрата энхитреиды характеризуются короткими циклами развития (1-2 недели), благодаря чему они способны в период благоприятных условий значительно увеличивать плотность своих популяций.

Влияние гидротермического режима почвы отразилось и на численности дождевых червей (Lumbricidae), преобладающих весной и осенью. Летом, когда температура почвы луга (на глубине 5 см) достигала 24°C, их количество существенно снижалось, очевидно, за счет вертикальной миграции червей в более глубокие горизонты почвы.

Кроме олигохет (Oligochaeta) сезонные флуктуации численности отмечены у пауков (Aranei), максимальное обилие которых отмечено осенью. В состав доминантов разнотравного луга всегда входили жуки (Coleoptera), однако их общее количество за период исследования изменялось незначительно. Наиболее представительными были жужелицы (Carabidae) – 18-28 экз./м², стафилины (Staphylinidae) – 22-70 экз./м² и долгоносикообразные (Curculionoidea) – 18-36 экз./м². Их максимумы обилия отмечены в осенний период. Весной в почве относительно высокой численности достигали личинки щелкунов (Elateridae) – 26 экз./м² и мохнаток (Lagriidae) – 66 экз./м². Летом – личинки пластинчатоусых жуков (Scarabaeidae) – 36 экз./м².

Постоянными обитателями суходольного разнотравного луга являлись цикадовые (Cicadinea), клопы (Heteroptera) и гусеницы бабочек (Lepidoptera), преобладающие летом и осенью – в период максимальной вегетации. Из губоногих многоножек (Chilopoda) на лугу зарегистрированы только землянки (Geophilidae), их численность отличалась относительной стабильностью.

Основу биомассы мезофауны разнотравного луга составляли дождевые черви, весной и осенью их доля была не менее 86%. Летом около половины биомассы принадлежало беспозвоночным-фитофагам – личинкам пластинчатоусых жуков и прямокрылым.

Заключение

Таким образом, сезонные колебания численности и массы мезофауны выявлены у всех основных групп почвенных беспозвоночных. А их максимальная концентрация во всех биотопах отмечена в осенний период.

Несмотря на одинаковое воздействие погодных условий года, динамика плотности популяций большинства беспозвоночных, в исследованных сообществах, не имела общей направленности. Решающее влияние на состав и количественные показатели мезопедобионтов оказывали внутрибиотопические особенности, главными из которых являлись гидротермический режим почвы и растительный покров.

От сезонных изменений гидротермического режима почвы зависело распределение и плотность таких беспозвоночных, как энхитреиды, дождевые черви и губоногие многоножки. Их численность, как правило, была подвержена существенным сезонным колебаниям и особенно проявлялась в открытых местообитаниях с существенной динамикой температуры и влажности. В ряду исследованных биотопов таковым являлся суходольный разнотравный луг.

Значительную роль играл растительный покров, кардинально отличающийся в исследованных сообществах. Мощный зеленомошный покров ельника, характеризующийся постоянной структурой, был оптимальной средой обитания и местом зимовки мелким представителям беспозвоночных – паукам, многоножкам-костянкам, стафилидам, трясиинникам. В березово-осиновом лесу численность обитающих на поверхности почвы животных зависела, прежде всего, от количества листового опада, являющегося здесь основой подстилки. Кроме того, качество опада и других растительных остатков определяло сезонный состав комплекса сапрофагов.

Флористическое богатство луга являлось следствием большого разнообразия фитофагов (цикадовые, прямокрылые, гусеницы бабочек), участие которых возрастало летом – в период максимальной вегетации.

Немаловажную роль, в динамике структуры животного населения почв, играли также экологические и биологические аспекты жизнедеятельности беспозвоночных, такие как продолжительность жизненного цикла, массовые вспышки численности, приуроченность к местообитаниям и пищевая избирательность.

Список литературы

1. Бухкало С.П., Сергеева Е.В. Межгодовая динамика состава и структура почвенных беспозвоночных сообществ коренной террасы Иртыша // Научные ведомости БелГУ. Серия

- Естественные науки. – 2012. – Вып. 20. – №15. – С. 59-64.
2. Гиляров М.С. Методы количественного учета почвенной фауны // Почвоведение. – 1941. – № 4. – С. 48-77.
 3. Гиляров М.С. Основные направления современной почвенной зоологии // Проблемы почвенной зоологии. – 1975. – С. 3-7.
 4. Мордкович В.Г. Степные экосистемы. – Новосибирск: Наука, 1982. – 208 с.
 5. Сергеева Е.В. Динамика населения почвообитающих беспозвоночных травянистых сообществ южной тайги Западной Сибири // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2010. – Вып. 11. – №9. – С. 65-73.
 6. Сергеева Е.В. Межгодовая динамика почвенной мезофауны в долине Иртыша // Проблемы почвенной зоологии. – 2011. – С. 113-115.
 7. Сергеева Е.В. Межгодовая динамика стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) в зональных сообществах долины Иртыша // Материалы XII Международной научно-практической экологической конференции «Структурно-функциональные изменения в популяциях и сообществах на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки». – Белгород, 2012. – С. 192-194.
 8. Сергеева Е.В. 2013. Биотопическое распределение и численность губоногих многоножек (Chilopoda) в сообществах долины Иртыша в Западной Сибири // Евразийский энтомологический журнал. – 2013. – Т.12. – №6. – С. 529–533.
 9. Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. – М.: Наука, 1980. – 244 с.

Рецензенты:

Ильминских Н.Г., д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории «Экология растений и животных в зоне рискованного земледелия» ТКНС УрО РАН, г. Тобольск;
Харитонцев Б.С., д.б.н., профессор кафедры биологии и МПБ филиала ФГБОУ ВПО ТюмГУ в г. Тобольске, г. Тобольск.