УДК 504.06:595.2:628.4

СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ГЕРПЕТОБИОНТОВ В УСЛОВИЯХ СВАЛКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

¹Еремеева Н.И., ²Раенко С.В.

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: neremeeva@mail.ru; ²OOO «Горизонт», Новокузнецк, e-mail: raenko71@mail.ru

Исследовали структуру населения членистоногих-герпетобионтов на свалке твердых коммунальных отходов в 2014-2016 гг. Территория свалки составляет 10-11 га. В качестве контроля использовали расположенный рядом со свалкой берёзовый разнотравный лес, в котором не проводились какие-либо работы. Сбор и учет членистоногих проводили стандартным методом - с помощью почвенных ловушек. Установлено, что на свалке обитают ракообразные (представлены Oniscidea), паукообразные, многоножки и насекомые. На территории свалки твердых коммунальных отходов отмечены те же таксономические группы членистоногих, что и в контроле. Доминируют насекомые, которые составляют в разные годы исследований 76,8–93,4% от общих сборов герпетобионтов на свалке (90,0–91,3% – в контроле). Динамическая плотность членистоногих на свалке ниже по сравнению с контролем: паукообразных - 1,2 раза, многоножек - в 2,3, насекомых - 1,3 раза. Исключение составляют ракообразные, их динамическая плотность на свалке выше в 1,3 раза, чем в контроле. Существенные изменения герпетобия произошли после реконструкции свалки в 2016 г., когда на свалке увеличилась плотность населения ракообразных в 5,2 раза и паукообразных – в 1,4 раза. Из многоножек на свалке наиболее часто встречаются Chilopoda (отряд Lithobiomorpha), из класса Arachnida – пауки Aranei. Класс Insecta-Entognatha представлен малочисленными видами отряда Collembola. Класс Insecta-Éctognatha представлен отрядами Heteroptera, Dermaptera, Coleoptera и Hymenoptera. На свалке из класса Insecta-Ectognatha наиболее часто встречаются виды семейств Formicidae (муравьи рода Мугтіса), Staphylinidae и Carabidae, однако их численность ниже, чем в контроле.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, герпетобионты, членистоногие, насекомые, свалка, твердые коммунальные отходы

THE STRUCTURE OF THE GERPETOBIONT'S POPULATION IN THE CONDITIONS OF THE DUMP OF SOLID MUNICIPAL WASTES

¹Eremeeva N.I., ²Raenko S.V.

¹Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: neremeeva@mail.ru; ²OOO «Gorizont», Novokuznetsk, e-mail: raenko71@mail.ru

The structure of the population of arthropods-gerpetobionts investigated on the dump of solid communal wastes in the years 2014-2016. The territory of a dump makes 10-11 hectares. As a control used birch forest, in which was not conducted any work. Collecting and accounting of arthropods was performed by a standard method – by using soil traps. It is established that on the dump live crustaceans (Oniscidea), arachnids, myriapods and insects. Numerically dominated by insects, they make in different years of research 76,8-93,4% of the totel fees gerpetobionts on the dumps (90,0-91,3% – in control). The dynamic density of arthropods on the dump is lower in comparison with the control: arachnids – 1,2 times, myriapods – in 2,3 times, insects – 1,3 times. With the exception of crustaceans, the their dynamic density on the dump is higher by 1,3 times than in control. Essential changes of the population of arthropods-gerpetobionts on the dump have happened after reconstruction of the dump in 2016, on the dump population density of crustaceans by 5,2 times and arachnids by 1,4 times has increased. From group of myriopods on the dump most often meet class Chilopoda (order Lithobiomorpha), from the class Arachnida – spiders of Aranei. The class Insecta-Entognatha is presented by small types of order Collembola. The class Insecta-Ectignatha is presented by orders of Heteroptera, Dermaptera, Coleoptera and Hymenoptera. On the dump from the class Insecta-Ectognatha the most often meet species of the families Formicidae (genus Myrmica ants), Staphylinidae and Carabidae, however their number is lower, then in control.

Keywords: environmental protection, gerpetobionts, arthropods, insects, dump, solid communal wastes

Глобальная тенденция роста населения современных городов и индустриализация напрямую влияют на увеличение объемов твердых коммунальных отходов (ТКО) и обуславливают экологические проблемы, связанные с загрязнением всех компонентов окружающей природной среды (атмосферы, водоемов, почвенного покрова), изъятием территорий. Основной метод утилизации твердого мусора на сегодняшний момент — это его захоронение на свалках. С течением времени свалка становится местообитани-

ем и кормовой базой для различных видов флоры и фауны, изучение которых является важной научной задачей. К настоящему времени известны исследования популяций микроорганизмов, птиц, млекопитающих на свалках отходов, а работы по изучению членистоногих немногочисленны. Особенно слабо изученной группой остаются герпетобионтные членистоногие — обитатели поверхностного слоя почвы и подстилки. Этой группе членистоногих посвящены публикации, касающиеся исследований на

свалках отдельных групп насекомых — жужелиц [1–3] и коллембол [4–5]. Герпетобий является удобным объектом при изучении различных биоценозов, и его составные компоненты могут служить модельными группами для характеристики структуры населения нарушенных экосистем.

Цель настоящего исследования: изучение структуры населения наименее исследованной группы — герпетобионтных членистоногих средних размерных характеристик (мезогерпетобия) в условиях свалки твердых коммунальных отходов.

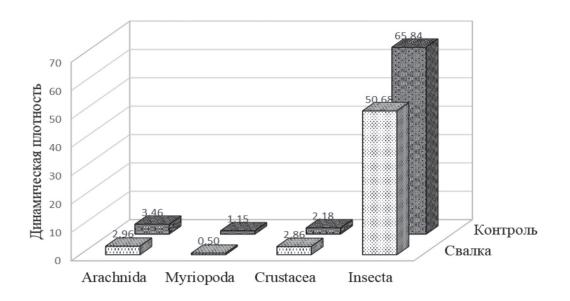
Материалы и методы исследования

Сбор материала проводили в 2014-2016 гг. на двух модельных участках. 1 участок – свалка твердых коммунальных отходов (ТКО); расположен на землях муниципального образования г. Прокопьевск Кемеровской области. Свалка образована в 1972 г. (возраст свалки - 45 лет). В непосредственной близости от свалки (300 м) проходит автомобильная дорога Зенково - Тырган с асфальто-бетонным покрытием. Территория свалки составляет 10-11 га; на ней накоплено около 12 млн м³ твердых коммунальных отходов. Отходы принимают на край откоса, затем сталкивают бульдозером на борта откоса без уплотнения и сортировки. Географические координаты размещения участка на свалке ТКО: широта – 53 49 22.85 С, долгота – 86 40 53.73 В, контроля – 53 49 24.72 С и 86 40 44.24 В соответственно. Из-за постоянного перемещения мусора на свалке сбор материала на ней проводили по периферии (на бортах откоса). 2 участок – контроль. В качестве контроля использовали расположенный рядом со свалкой берёзовый разнотравный лес, в котором не проводились какие-либо работы. Древостой представлен берёзой повислой, подлесок - черемухой уединенной, рябиной сибирской и др. В травяном покрове преобладают ежа сборная, тимофеевка луговая, подорожник большой, ястребинка зонтичная, горошек лесной, горошек мышиный, звездчатка зонтичная, истод гибридный и др., встречаются сорные виды (осот полевой, пастушья сумка, овсюг, сурепка дуговидная и др.).

Сбор и учет мезогерпетобионтных членистоногих проводили стандартным методом — с помощью почвенных ловушек [6]. На каждом участке вкапывали по 10 ловушек — пластиковых ёмкостей объемом 250 мл, заполненных на 1/3 часть фиксирующей жидкостью — 5–10%-ным раствором уксусной кислоты. Сбор материала проводили каждые 7–10 дней. Количественные данные выражали в динамической плотности (количество экземпляров на 10 ловушко-суток, экз./10 лов.-сут.) и относительном обилии (% от общих сборов).

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что до 2016 г. свалка ТКО находилась в относительно стабильном состоянии: бытовые отходы доставляли специальным автотранспортом на свалку и равномерно распределяли по территории бульдозером. С апреля 2016 г. на месте свалки были начаты работы по обустройству специального полигона ТКО: мусор с помощью бульдозера был перемещен с центральной части на прилежащую территорию, экскаваторами провели выемку грунта и слежавшегося мусора, сформировали котлован и въездную траншею. Проведенные работы повлияли на структурные показатели мезогерпетобия.



Средняя динамическая плотность основных групп членистоногих на свалке ТКО и в контрольной зоне в 2014–2016 гг., экз./10 лов.-сут.

Группа членистоногих	2014		2015		2016	
	Свалка ТКО	Контроль	Свалка ТКО	Контроль	Свалка ТКО	Контроль
Crustacea	$1,5 \pm 0,4$	$1,7 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,1$	3,1 ± 0,4*	$8,3 \pm 1,8$	1,6 ± 0,2*
Arachnida	$3,0 \pm 0,5$	$3,8 \pm 0,5$	$2,5 \pm 0,3$	4,1 ± 0,7*	$3,6 \pm 0,4$	2,5 ± 0,2*
Myriopoda	0.9 ± 0.1	1,7 ± 0,3*	$0,2 \pm 0,1$	1,1 ± 0,2*	$0,4 \pm 0,1$	0.7 ± 0.1 *
Insecta	$75,8 \pm 7,0$	$74,9 \pm 6,3$	$35,6 \pm 3,7$	74,7 ± 6,5*	$40,6 \pm 3,0$	48,4 ± 2,4*
Всего членистоногих	81.2 ± 7.5	82.0 ± 6.6	38.9 ± 3.9	83,0 ± 7,3*	52.9 ± 4.1	53.2 ± 2.5

Динамическая плотность мезогерпетобионтных членистоногих модельных участков в 2014–2016 гг., экз. / 10 лов.-сут.

 Π р и м е ч а н и е . * — обозначены достоверные отличия динамической плотности населения мезогерпетобионтных членистоногих свалки ТКО от контроля при р < 0,05.

Анализ собранного материала показал, что в состав мезогерпетобия свалки ТКО и контрольного участка входят в основном различные членистоногие и единичные экземпляры моллюсков. Членистоногие представлены ракообразными (мокрицами), паукообразными, многоножками и насекомыми (рисунок).

На территории свалки ТКО отмечены все таксономические группы членистоногих, что и в зоне контроля (таблица). Однако их общая динамическая плотность (57,0 экз./10 лов.-сут.) по усредненным данным за 2014-2016 гг. была достоверно ниже по сравнению с контрольным участком (72,6 экз./10 лов.-сут.) (при p < 0.05). Из риунка видно, что на свалке ТКО по сравнению с контролем снижена динамическая плотность основных групп членистоногих (паукообразных – 1,2 раза, многоножек – в 2,3, насекомых – 1,3 раза). Исключение составляют ракообразные, плотность населения которых выше на свалке в 1,3 раза. Однако анализ динамической плотности населения герпетобия в разные годы (таблица) показал, что в 2014 г. достоверно более низкие показатели плотности на свалке по сравнению с контролем отмечены только у многоножек, а в 2015-2016 гг. - у всех групп герпетобия.

Обращают на себя внимание данные, полученные после реконструкции свалки в 2016 г. Из таблицы видно, что в это время на свалке достоверно возрастает по сравнению с лесным участком (контролем) динамическая плотность ракообразных (в 5,2 раза) и паукообразных из отряда равноногие *Isopoda* – мокрицы – предпочитают влажные условия обитания. Рост плотности их населения на свалке ТКО в 2016 г. можно объяснить тем, что при реконструкции

свалки произошло нарушение природных водотоков (ручьев), с образованием влажных мест.

В 2014—2016 гг. на всех участках плотность населения членистоногих можно выразить последовательностью (в порядке уменьшения): *Insecta — Arachnida — Crustacea — Myriopoda* (таблица). Лишь в 2016 г. после реконструкции свалки класс Crustacea стал второй по численности группой членистоногих на свалке.

На доминирующую группу — насекомых — в разные годы исследований приходилось 76,8—93,4% от общих сборов герпетобионтов на свалке и 90,0—91,3% — в контроле. Плотность населения паукообразных на свалке изменялась в пределах 2,5—3,6 экз./10 лов.-сут. (в среднем 3,0), что в 17,1 раза меньше, чем насекомых. В контрольной зоне динамическая плотность паукообразных составляла от 2,5 до 3,8 экз./ 10 лов.сут. (в среднем 3,5), что меньше по сравнению с насекомыми в 19,5 раза.

Динамическая плотность мокриц и многоножек еще более существенно отличалась от насекомых. На свалке плотность населения мокриц была меньше по сравнению с насекомыми в 17,8 раз, а многоножек — в 101,6 раза. В контроле эти показатели составили соответственно 30,2 и 57,3 раза.

Самая малочисленная группа членистоногих — многоножки *Myriopoda* — представлена классами: двупарноногие *Diplopoda* и губоногие *Chilopoda* многоножки, из которых представители *Chilopoda* встречаются на свалке ТКО в среднем в 8 раз, а в контроле — в 3 раза чаще *Diplopoda*. Из класса *Diplopoda* на модельных участках отмечены виды отряда кивсяки Julida, а из класса *Chilopoda* — отряда костянки *Lithobiomorpha*.

Класс ракообразных представлен единственным подотрядом — *Oniscidea* отряда равноногих *Isopoda*. Наибольшую динамическую плотность (8,3 экз./10 лов.-сут.) эта группа демонстрирует на свалке ТКО в 2016 г.

Динамическая плотность класса паукообразных Arachnida наиболее высока на участках контроля – в 1,3–1,6 раза больше, чем на свалке, за исключением 2016 г., когда после реконструкции свалки зафиксирована плотность населения паукообразных в 1,4 выше по сравнению с контрольной зоной. Из класса паукообразных Arachnida встречаются представители трех отрядов: пауки Aranei, сенокосцы Opiliones и акариформные клещи Acariformes. Средняя плотность населения пауков на свалке составляет 2,6 экз./10 лов.-сут. (88,7% от общих сборов всех паукообразных), на участке контроля -2,4 экз./10 лов.-сут. (70,3%). Сенокосцы и акариформные клещи на свалке встречаются реже, чем в контрольной зоне. Наиболее малочисленны сенокосцы, средняя динамическая плотность которых на свалке составляет 0,04 экз./10 лов.-сут. (1,7% от общих сборов всех паукообразных), в контроле – 0,1 экз./10 лов.-сут. (3,3%). Существенно снижается на свалке плотность населения акариформных клещей – 0,3 экз./10 лов.-сут. (9,6%) по сравнению с контролем – 0,9 (26,4%) соответственно.

Самая многочисленная группа мезогерпетобия модельных участков — насекомые — сформирована двумя группами: *Insecta-Entognatha* и *Insecta-Ectognatha*. Из класса *Insecta-Entognatha* отмечены немногочисленные виды отряда *Collembola* (в среднем 0,9 экз./10 лов.сут. — на свалке, 1,7 — в контроле).

Класс *Insecta-Ectognatha* представлен четырьмя отрядами: полужесткокрылые *Heteroptera*, кожистокрылые *Dermaptera*, жесткокрылые *Coleoptera* и перепончатокрылые *Hymenoptera*. Из них по численности преобладают два последних отряда, на которые приходится 81,1% от всех сборов жуков на свалке и 82,3% — в контрольной зоне.

Отряд *Нутепорtега* представлен различными родами муравьев семейства *Formicidae*: *Lasius*, *Myrmica* и *Formica*. Муравьи рода *Сатропоtus* встречаются редко (не более 0,8% от общих сборов муравьев.), а рода *Теtrатогіит* отмечены только в контроле. Состав герпетобия в основном формируют представители рода *Муттіса*. На

них приходится до 97,6% от общих сборов муравьев на свалке и до 98,6% — в контрольной зоне.

Отряд жесткокрылых Coleoptera представлен семействами Silphidae (мертвоеды и могильщики), Carabidae (жуже-Staphylinidae (коротконадкрылые лицы), жуки), Scarabaeidae (пластинчатоусые), Dermestidae (кожееды), Elateridae (щелкуны), Histeridae (карапузики), Byrrhidae (пилюльщики). Отмечены различия доминантных семейств жесткокрылых на разных участках. Так, на свалке по динамической плотности доминируют семейства (в порядке убывания плотности) – Staphylinidae, Carabidae, Silphidae, составляющие 81,6% от общих сборов жуков, в то же время в контроле выделяются по численности Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, на которые приходится 87,2% от общих сборов жуков.

На свалке наиболее многочисленны коротконадкрылые жуки. На них приходится почти половина (42,5%) от общих сборов жуков. Особенно высокая плотность населения этой группы отмечена в 2016 г. после реконструкции свалки (в 2,3 раза больше по сравнению с жужелицами). Однако по усредненным данным за 2014–2016 гг. плотность населения жуков семейства Staphylinidae на свалке в 1,4 раза ниже, чем на участке контроля. Снижение динамической плотности стафилинид в березовом лесу (контроль) по сравнению со свалкой зафиксировано лишь в период реконструкции свалки, когда этот показатель на участке контроля был в 1,4 раза ниже, чем на свалке ТКО.

На участке контроля доминирует семейство жужелиц, где на них приходится в среднем за 2014—2016 гг. исследований 53,2% от всех жуков (на свалке — 38,8%). Наименьшая плотность населения жужелиц отмечена на свалке в 2016 г.

Динамическая плотность семейства мертвоедов в условиях стабильного состояния свалки (2014–2015 гг.) достоверно не отличалась на модельных участках и составляла 0,5–1,5 экз./10 лов.-сут. В период реконструкции свалки была отмечена более низкая плотность населения мертвоедов (1,0 экз./10 лов.-сут.) на свалке (в 3,4 раза) по сравнению с контролем (3,4 экз./10 лов.-сут.). Плотность населения щелкунов во все годы исследований была достоверно выше на участке контроля. Общая доля представителей других семейств жесткокрылых в герпетобии составляла 8,7–12,9% на разных модельных участках.

Выводы

- 1. Состав мезогерпетобия свалки твердых коммунальных отходов и контрольного участка формируют представители основных групп членистоногих: ракообразные (мокрицы), паукообразные, многоножки и насекомые. На модельных участках отмечены все основные таксономические группы членистоногих, однако их динамическая плотность на свалке ТКО по усредненным данным ниже по сравнению с контролем: паукообразных – в 1,2 раза, многоножек – в 2,3, насекомых – 1,3 раза. Исключение составляют ракообразные, плотность населения которых выше на свалке в 1,3 раза. Существенные изменения герпетобия произошли после реконструкции свалки в 2016 г., после которой на свалке возросла плотность населения ракообразных (в 5,2 раза) и паукообразных (1,4 раза).
- 2. Из многоножек на модельных участках встречаются представители классов Diplopoda (отряд Julida) и Chilopoda (отряд Lithobiomorpha). Преобладают Chilopoda, особенно на свалке, где они встречаются в 8 раз чаще Diplopoda. Класс ракообразных отмечен подотрядом Oniscidea из отряда равноногих Isopoda. Паукообразные Arachnida наиболее часто (в 1,3–1,6 раза) встречаются в контрольной зоне; представлены отрядами Aranei, Opiliones и Acariformes. Динамическая плотность пауков на свалке выше по сравнению с контролем, а сенокосцев и акариформных клещей, напротив, ниже.
- 3. Насекомые представлены классами Insecta-Entognatha и Insecta-Ectognatha. Из класса Insecta-Entognatha отмечены немногочисленные виды отряда Collembola. Класс Insecta-Ectognatha представлен отрядами Heteroptera, Dermaptera, Coleoptera и Hymenoptera. По численности преобладают два последних отряда, на них приходится 81,1% от всех сборов жуков на свалке и 82,3% в контрольной зоне. Из отряда Hymenoptera на свалке наиболее многочисленны муравьи рода Myrmica, а из Coleoptera стафилиниды и жужелицы, однако их численность ниже, чем в контроле.

Список литературы

- 1. Автаева Т.А. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как объекты мониторинга городской среды в условиях загрязнения почв нефтью и свалками (на примере г. Грозного) / Т.А. Автаева, Х.З. Мантаев // Вопросы современной науки и практики. Симферополь, 2007. С. 166–170.
- 2. Хобракова Л.Ц. Жуки-жужелицы на городской свалке Улан-Удэ / Л.Ц. Хобракова, Е.В. Филиппов // Синантропизация растений и животных: матер. Всерос. конф. с междунар. участием. Иркутск, 21–25 мая, 2007 г. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2007. С. 208–210.
- 3. Шаламова Т.В. Население жужелиц (Coleoptera, Carabidae) буферной зоны городской свалки г. Мичуринска / Т.В. Шамова // Зоологические исследования в регионах России и на сопредельных территориях. Матер. Междунар. науч. конф. Саранск: Типография «Прогресс», 2010. С. 112–114.
- 4. Шарин В.Г. Коллемболы (Hepoda: Collembola) на свалках городских отходов в Подмосковье: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Г. Шарин. М.: МПГУ, 2005. 15 с.
- 5. Шарин В.Г. Группировка ногохвосток (Collembola) свалки бытовых отходов Подмосковья / В. Г. Шарин // Зоол. журнал. 2004. Т. 83, вып.12. С. 1419–1426.
- 6. Luzyanin S. Formation of mesoherpetobionts communities on a reclamated coal open pit dump / S. Luzyanin, N. Eremeeva // E3S Web of conferences: Ilnd International innovative mining symposium (devoted to Russian Federation year of environment). Kemerovo, Russian Federation, november 20–22, 2017. Vol. 21 (2017). DOI: https://doi.org/10.1051/e3scont/20172102014.

References

- 1. Avtaeva T.A. Zhuzhelicy (Coleoptera, Carabidae) kak obekty monitoringa gorodskoj sredy v uslovijah zagrjaznenija pochv neftju i svalkami (na primere g. Groznogo) / T.A. Avtaeva, H.Z. Mantaev // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Simferopol, 2007. pp. 166–170.
- 2. Hobrakova L.C. Zhuki-zhuzhelicy na gorodskoj svalke Ulan-Udje / L.C. Hobrakova, E.V. Filippov // Sinantropizacija rastenij i zhivotnyh: mater. Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem. Irkutsk, 21–25 maja, 2007 g. Irkutsk: Institut geografii SO RAN, 2007. pp. 208–210.
- 3. Shalamova T.V. Naselenie zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) bufernoj zony gorodskoj svalki g. Michurinska / T.V. Shamova // Zoologicheskie issledovanija v regionah Rossii i na sopredelnyh territorijah. Mater. Mezhdunar. nauch. konf. Saransk: Tipografija «Progress», 2010. pp. 112–114.
- 4. Sharin V.G. Kollemboly (Hepoda: Collembola) na svalkah gorodskih othodov v Podmoskove: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / V.G. Sharin. M.: MPGU, 2005. 15 p.
- 5. Sharin V.G. Gruppirovka nogohvostok (Collembola) svalki bytovyh othodov Podmoskovja / V. G. Sharin // Zool. zhurnal. 2004. T. 83, vyp.12. pp. 1419–1426.
- 6. Luzyanin S. Formation of mesoherpetobionts communities on a reclamated coal open pit dump / S. Luzyanin, N. Eremeeva // E3S Web of conferences: Ilnd International innovative mining symposium (devoted to Russian Federation year of environment). Kemerovo, Russian Federation, november 20–22, 2017. Vol. 21 (2017). DOI: https://doi.org/10.1051/e3s-conf/20172102014.