

11. Содержание тяжелых металлов в почвах в зоне влияния цементного предприятия «Красносельскстрой-материалы» / Е. А. Самусик [и др.] // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. по материалам XII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 4-6 октября 2017 г. [Электронный ресурс] / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы ; редкол.: В. Н. Бурдь [и др.]. – Гродно, 2017. – С.159–162.

12. Самусик, Е. А., Головатый, С. Е., Марчик, Т. П. Интенсивность перекисного окисления липидов и активность каталазы в листьях древесных растений, произрастающих в условиях промышленного загрязнения // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-й Междунар. науч. конф., Минск, 23-24 мая 2019 г. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А.Д. Сахарова Бел. гос. ун-та ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск, 2018. – Ч. 3. – С. 79–83.

ОЦЕНКА УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ ПО БИОИНДИКАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРЯМОКРЫЛЫХ (INSECTA, ORTHOPTERA)

ASSESSMENT OF THE URBANIZED ENVIRONMENTAL BY BIOLOGICAL INDICATORS OF ORTHOPTERA (INSECTA, ORTHOPTERA)

Т. П. Сергеева¹, О. В. Лозинская¹, Е. Г. Смирнова¹, Л. А. Майор,¹ Е. Т. Тумова²
T. Sergeeva¹, O. Lozinskaya¹, E. Smirnova¹, L. Mayor¹, E. Titova²

¹Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь

²ООЗЖ «Зоосвет», г. Минск, Республика Беларусь
sergeeva.t57@gmail.com

¹Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

²PAAP «ZOOSVET», Minsk, Republic of Belarus

Дана оценка экологических условий городской среды. Показано, что парковые зоны отличаются наибольшим разнообразием прямокрылых (Orthoptera). Индикационные показатели: альтернативные фены и жизненные формы отражают условия среды и служат механизмом адаптации к ней. Отмечено, что увеличение антропогенной нагрузки на биогеоценозы сопровождается исчезновением представителей Tettigoniidae – индикаторов естественных условий среды.

The assessment of the ecological urban environment is given. It is shown that park areas are characterized by the greatest diversity of Orthoptera. Indicators: alternative phenetic signs and life forms reflect environmental conditions and serve as the mechanism of adaptation to it. It is noted that the increase of anthropogenic load on biogeocenoses is accompanied by extinction of Tettigoniidae representatives – the indicators of natural environment conditionals.

Ключевые слова: урбоценоз, прямокрылые, местообитание, структура сообществ, виды-индикаторы.

Keywords: urbocenosis, Orthoptera, habitat, community structure, indicator species.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-291-294>

Изучение городской фауны как показателя состояния среды представляет несомненный интерес, особенно в нынешний техногенный век, когда качество жизни человека напрямую зависит от среды его обитания. Беларусь представляет собой пример глубокого преобразования сложившихся природных комплексов, а г. Минск – промышленно развитого города.

Урбанизация – процесс, полностью изменяющий окружающую среду. Техноценоз и биоценоз пронизывают друг друга, влияют один на другой, формируя таким образом одну систему – урбоценоз. Человек, изменяя в городах природную среду, создает предпосылки для образования особого растительного и фаунистического состава, включающего как аборигенные виды, так и интродуцированные и даже инвазивные. В силу того, что в городской среде природные растительные сообщества в своем большинстве замещаются видами, способными существовать в антропогенно измененных условиях, фаунистический состав также претерпевает структурные перестройки [1].

Экологические проблемы, связанные с техногенным воздействием на городскую среду, побуждают к поиску информативных критериев ее состояния. Для оценки экологических условий урбоценозов необходимо изучение динамики ее растительных и животных сообществ, установление закономерностей их структурной организации, использование индикационных показателей, а также выявление направленности наблюдаемых изменений. Одним из важных аспектов подобных исследований является поиск видов-индикаторов.

Для получения комплексной оценки использовали данные о микроэлементном составе почв в местах проведения исследования, что отражено на рисунках а-е.

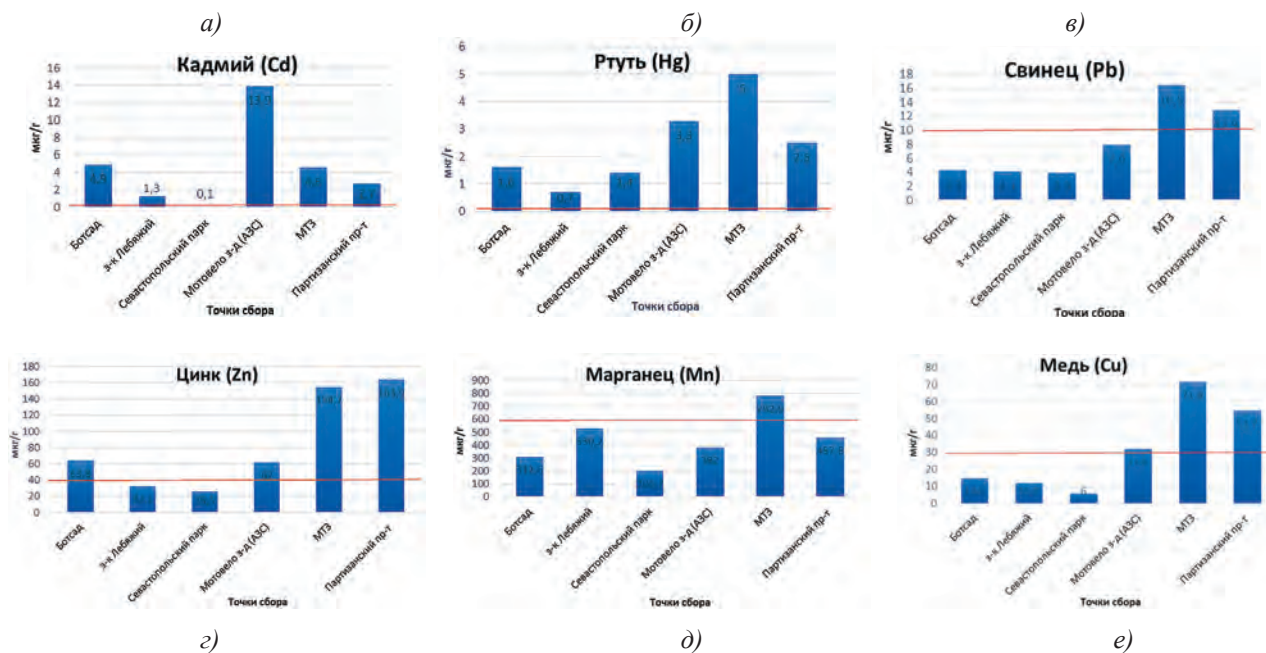


Рисунок – Содержание микроэлементов в почвах исследуемых территорий: кадмия (а), ртути (б), свинца (в), цинка (г), марганца (д) и меди (е).

Как видно из рисунка, почвы мест обитания прямокрылых на территории г. Минск неравнозначны по содержанию как эссенциальных, так и опасных для живых организмов микроэлементов. Показано, что даже в парковых зонах повышено содержание кадмия, ртути и свинца, в то время как содержание цинка, марганца, меди и других элементов могло находиться в пределах либо ниже референтных значений.

Городская фауна насекомых активно изучалась в западной Европе: Германии [2], Польше [3]. В России и Беларуси исследования в этой области начаты несколько позже [4–7].

Изучали прямокрылых и особенности их структурной организации в луговых и парковых ассоциациях, а также на территориях, подверженных антропогенному влиянию. Так, в таблице приводится видовой состав и жизненные формы, отражающие условия среды близ Чижовского водохранилища и заказника «Лебяжий», Севастопольского парка, Ботанического сада, а также возле автозаправочных станций и в районе тракторного завода.

Из таблицы следует, что разнообразные местообитания урбанизированных территорий обуславливают существование экологически различных группировок. Всего во всех исследованных точках обитает 16 видов прямокрылых: 9 и 7 вблизи Чижовского водохранилища и заказника «Лебяжий», 12 и 15 видов в Севастопольском сквере и Ботаническом саду, 6 и 7 видов возле автозаправочных станций и тракторного завода соответственно.

Сравнительный анализ сообществ прямокрылых ландшафтов, приближенных к естественным и испытывающих антропогенную нагрузку показал, что прямокрылые, как и все другие организмы, являются неотъемлемой частью той среды, в которой они обитают, и поэтому любой вид этих насекомых тесно связан с определенной совокупностью внешних условий существования, т.е. с совокупностью факторов среды, или экологических факторов, что позволяет выделить среди них виды-индикаторы. Так, на участках, приближенных к естественным (лесопарковая зона и ботанический сад) такими видами являются представители семейства кузнечиковых (Tettigoniidae): *Decticus verrucivorus*, *Tettigonia cantans*, *Tettigonia viridissima*, *Roeseliana roeseli*, *Conocephalus fuscus*, *Phaneroptera falcata*, часть которых относится к гигрофильным видам.

Иная структурная организация сообществ прямокрылых выявлена в антропогенном ландшафте, где хорошая инсоляция, низкий изреженный травостой в сочетании с загрязненностью почвы, в частности, тяжелыми металлами благоприятствуют существованию группировок, относящихся преимущественно к открытым геофилам, т.е. обитателям почвенного покрова. Экологическая структура представлена эврибионтными видами семейства саранчовых (Acrididae) из рода *Chorthippus*: конек бурый – *Chorthippus apricarius*, конек луговой – *Ch. dorsatus* и рода *Glyptobothrus*: *Glyptobothrus brunneus* и *Gl. biguttulus*, травянка краснобрюхая – (*Omocestes haemorrhoidalis*), являющимися ксерофильными или ксеростенобионтными видами.

Как известно, прямокрылые, которым свойственен полиморфизм, обладают индикаторными признаками, благодаря наличию альтернативных фенотипов.

Формирующая роль разнородных условий среды в существовании особых топических группировок видов, обладающих внутривидовой изменчивостью, отражена в фенотипической структуре популяций 3-х видов прямокрылых.

Анализ популяций конька лугового - *Chorthippus dorsatus*, различающихся по гигро- и термопреферендуму позволил выявить у них также существенные фенетические различия. Так, во всех обследованных биотопах: приближенных к естественным и находящихся в экстремальных условиях, окраска особей этого вида соответствовала растительному фону, что выражено альтернативной цветовой гаммой: сочно зеленой и бурой. Также

показано, что особи *Tetrix bipunctata*, встречающиеся вдоль автомобильных дорог, рудеральных участках окрашены в светло-серые и светло-желтые тона, а в парковой зоне и травянистых участках отмечены особи с примесью зеленого, на сырых участках – от темно-серых до буро-коричневых и черных. Внутривидовая изменчивость узкого тетрикса (*Tetrix subulata*), заселяющего влажные участки по берегам водоемов, а также периметру парков, проявляется в степени развития крыльев. Фенетические различия особей из различных популяций представлены двумя формами: короткокрылой (*f. brachyptera*), у которой крылья и покрывающий их отросток переднеспинки не заходят за вершину задних бедер и длиннокрылой (*f. macroptera*) – с удлиненным сзади отростком переднеспинки, заходящим вместе с длинными надкрыльями далеко за вершину задних бедер. Такие особи встречаются в местах с высоким и густым травостоем.

Таблица – Биотопическая приуроченность основных местообитаний прямокрылых

Виды	Биотопы	ЖФ	Луговые		Парковые		Биотопы с антропогенной нагрузкой	
			1	2	3	4	5	6
<i>Decticus verrucivorus</i> (L., 1758)		ПГ				+		
<i>Roeseliana roeseli</i> (Hag., 1822)		ЗХ			+	+		
<i>Tettigonia cantans</i> (Fues., 1775)		ТБ	+		+	+		
<i>Tettigonia viridissima</i> (L., 1758)		ТБ	+	+		+		
<i>Phaneroptera falcata</i> (Poda, 1761)		СТ		+		+		
<i>Conocephalus fuscus</i> (F., 1793)		СХ	+		+			
<i>Tetrix bipunctata</i> (L., 1758)		ГБ			+	+	+	+
<i>T. subulata</i> (L., 1758)		ГБ			+	+	+	+
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1793)		ЗХ	+	+	+	+		+
<i>Ch. dorsatus</i> (Zett., 1821)		ЗХ			+	+		
<i>Glyptobothrus apricarius</i> (L., 1758)		ЗХ	+	+	+	+	+	+
<i>Gl. biguttulus</i> (L., 1758)		ЗХ	+	+	+	+	+	+
<i>Gl. brunneus</i> (Thunb., 1815)		ЗХ	+	+	+	+	+	+
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charp., 1821)		ФХ				+	+	+
<i>O. viridulus</i> L.		ФХ	+	+	+	+		
<i>Stethophyma grossum</i> (L., 1758)		ЗХ	+		+			
Всего видов прямокрылых – 16			9	7	12	15	6	7

Примечание 1 (места сбора): 1 – Чижевское водохранилище; 2 – район заказника «Лебяжий»; 3 – Севастопольский парк; 4 – Ботанический сад; 5 – автозаправка; 6 – район тракторного завода;

Примечание 2 (жизненные формы): ЖФ – жизненные формы, ЗХ – злаковые хортобионты, СХ – специализированные хортобионты, ФХ – факультативные хортобионты; ПГ – подпокровные геофилы; ГБ – герпетобионты; ТБ – тамнобионты; СТ – специализированные тамнобионты.

Наличие у модельных видов альтернативных фенотипов, отражающих внутривидовую фенотипическую изменчивость, можно рассматривать в качестве приспособления их к условиям среды.

Различия экологической структуры прямокрылых обусловлены как действием природных экологических факторов, так и деятельностью человека, изменяющего среду обитания и тем самым в значительной степени влияющего на жизнь живых организмов.

Выявленные тенденции формирования и своеобразие сообществ прямокрылых в различающихся условиях могут быть использованы для мониторинга этой группы.

Обеспечение приемлемых экологических условий в местах, подверженных антропогенному воздействию: вблизи промышленных предприятий (МТЗ), автозаправок (АЗС) возможно путем изменения баланса между открытыми инсолированными участками в пользу кустарниковой растительности, декоративных хвойных и газонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев, М. Г. Закономерности формирования сообществ прямокрылых насекомых в урбоценозах / М.Г. Сергеев // Журнал общей биологии, Москва 1987, вып.2. – С. 230-237.
2. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны: Пер. с нем. – И.В. Орлова / Б. Клауснитцер, И.М. Маровой // Изд. Мир, 1990. – 248 с.
3. Писарский, Б. В. Фауна беспозвоночных урбанизированных районов г. Варшавы / Б.В. Писарский // Изд-во института зоологии ПАН. – Варшава, 1992. – С. 26-27.
4. Сергеев, М. Г. Новые данные о прямокрылых (Orthoptera) окрестностей г. Новосибирска / М.Г. Сергеев // Евразийский энтомолог. журн. 2004. – Т. 3. – № 3. – С. 173-174.
5. Смирнова, Т. П. Структура сообществ прямокрылых (Orthoptera) различных биотопов г. Минска / Т.П. Смирнова, А.В. Андриянич // Сахаровские чтения 2010 года: экологические проблемы XXI века : материалы 10-ой

междунар. науч. конф., Минск, 20-21 мая 2010 г. / Министерство образования Республики Беларусь; редкол.: С.П. Кундас [и др.]. – Минск, 2010. – Ч. I. – 243 с.

6. *Сергеева, Т. П.* Видовой состав прямокрылых (Orthoptera) рекреационной зоны г. Минска / Т.П. Сергеева, С.М. Гальченя, Е.Т. Титова, А.С. Лазарь // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века: материалы 18-й междунар. науч. конф., 17-18 мая 2018 г., г. Минск, Республика Беларусь / под ред. С.А. Маскевича, С.С. Позняка. – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2018. – Ч.2. – С. 171-173.

7. *Шейко, А. А.* Жалоносные перепончатокрылые (Aculeata) – посетители интродуцированных видов растений семейства яснотковые (Lamiaceae/Lindi.) в условиях г. Минска / А. А. Шейко, Д. О. Коротева // Итоги и перспективы энтомологии в Восточной Европе: материалы II Междунар. научн.-практ. конф. – Минск, 2017. – С. 431–442.

МИГРАЦИОННО-АКТИВНЫЕ ФОРМЫ КАДМИЯ, СВИНЦА И УРАНА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ

MIGRATORY-ACTIVE FORMS OF CADMIUM, LEAD AND URANIUM IN THE CONDITIONS OF WATERLOGGING OF THE SOIL

Г. А. Соколик, С. В. Овсянникова, М. В. Попеня, С. В. Середенко
G. Sokolik, S. Ovsiannikova, M. Papenia, S. Seradzenka

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь
sokolikga@mail.ru*

Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

Миграционно-активные формы Cd, Pb и U в почве концентрируются в почвенной поровой влаге. Установлен общий запас миграционно-активных Cd, Pb и U в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с уровнем влажности 100% от её полной влагоемкости после выдерживания при определенной температуре в диапазоне 15–40 °С. Обнаружено, что в водонасыщенных образцах почвы доли Cd, Pb и U в поровом растворе соотносятся следующим образом: $a_{Cd} (0,2–0,3\%) \gg a_{Pb} (0,08–0,10\%) \geq a_U (0,03–0,08\%)$ от общего запаса соответствующего элемента в почве. Характер и степень влияния температуры на концентрацию и общий запас тяжелого металла (далее – ТМ) в почвенном растворе зависят от химической природы ТМ, типа почвы и температуры почвенной среды. Повышение температуры на 5 °С в диапазоне 15–40 °С привело к увеличению содержания Pb в поровом растворе почвы в среднем на 4,5%, а Cd и U – на 4,4 и 13% соответственно.

Migratory-active forms of Cd, Pb and U in the soil are concentrated in soil pore moisture. The total supply of migratory-active Cd, Pb and U in the sod-podzolic medium loamy soil with a moisture level of 100% of soil water capacity after its keeping at the definite temperature in the range of 15–40 °C was established. It was found that in the water saturated soil samples, portions of the Cd, Pb and U in the soil pore solution were correlated as follows: $a_{Cd} (0.2–0.3\%) \gg a_{Pb} (0.08–0.10\%) \geq a_U (0.03–0.08\%)$ of its total supply in the soil. The character and extent to which temperature effects on concentration and total reserve of heavy metal (HM) in the soil solution depended on the chemical nature of the HM, the soil type and temperature of the soil medium. The 5 °C temperature increase in the range of 15–40 °C caused the content of Pb in the soil pore solution to increase an average of 4.5%, and Cd and U to decrease by 4.4 and 13%, respectively.

Ключевые слова: тяжелые металлы, кадмий, свинец, уран, почвенный поровый раствор, миграционно-активные формы тяжелых металлов в переувлажненной почве, температурный фактор.

Keywords: heavy metals, cadmium, lead, uranium, soil pore solution, migratory-active species of heavy metals in waterlogged soil, temperature effect.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-294-298>

Высокая токсичность при относительно низких концентрациях и способность к биоаккумуляции превращают ТМ в объект пристального внимания. Присутствующие в верхней корнеобитаемой части почвенного профиля ТМ усваиваются растениями, включаясь в процессы биологической миграции, и, в конечном счете, поступают по трофическим цепям в организм человека. Загрязнение почв ТМ отражается и на состоянии биологических систем в целом, понижая их устойчивость и биопродуктивность. В целом, загрязнение компонентов окружающей среды ТМ отражается на здоровье населения и приводит к экономическим потерям [1].

Наибольшее экологическое значение имеют соединения ТМ, сосредоточенные в почвенной поровой влаге (миграционно-активная форма) и обратимо связанные с компонентами твердой фазы почвы (обменная форма),