

ФОРМИРОВАНИЕ МИРМЕКОКОМПЛЕКСОВ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

С. В. Блинова, М. Р. Корчагина, Н. И. Еремеева, С. Л. Лузянин

FORMATION OF ANTS ASSEMBLAGES ON COAL MINE DUMPS

S. V. Blinova, M. R. Korchagina, N. I. Ereemeeva, S. L. Luzyanin

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 13-04-98029 (p_сибирь_a).

Изучали разновозрастные участки отвалов угольных разрезов по добычи каменного угля в Кузбассе с целью выявить особенности процессов восстановления естественных биоценозов. Показано, что количество видов с возрастом отвалов увеличивается, однако их плотность ниже, чем на естественных участках. В первую очередь поселяются лугово-степные виды, постепенно замещаясь лесными. Полученные результаты можно использовать для дальнейшей разработки методов биологической оценки степени восстановления антропогенно трансформированных экосистем.

The dumps of opencast coal mines in Kuzbass were studied to reveal the features of natural biocenoses restoration processes. The study proved that the number of ants species increases with time, however, their density is lower than on natural biocenoses. The meadow and steppe types of ants are the first to appear on opencast coal mine dumps to be gradually replaced by the forest types. The results can be used for further development of methods of biological assessment of the extent of restoration of anthropogenically transformed ecosystems.

Ключевые слова: муравьи, угольная промышленность, рекультивация отвалов, восстановление биоценозов.

Keywords: ants, coal industry, dumps recultivation, biocenoses restoration.

Введение

В условиях возрастающего антропогенного пресса на окружающую природную среду становятся актуальными исследования, посвященные оценке состояния природных и антропогенно трансформированных экосистем. В качестве показателя уменьшения антропогенного пресса может выступать степень восстановления природных биоценозов. Одним из основных компонентов естественного биоценоза в условиях умеренного климата являются муравьи. Так, показано [9], что при любых резких нарушениях среды обитания, в том числе при открытой разработке полезных ископаемых и последующей рекультивации земель, изменяется видовой состав и структура комплексов муравьев. При открытой добыче угля в зоне карьера происходит полное исчезновение гнезд муравьев. Напротив, при прекращении угледобычи и последующей рекультивации через 10 – 15 лет в окрестностях шахт, шахтовых выработок и обогатительных фабрик наблюдается моновидовое поселение *Lasius niger* [8; 12]. Численность его поселений, по данным [6] на отвалах становится сравнимой с численностью в зональных ценозах за 20 лет развития, где наряду с *L. niger* появляется *Formica cunicularia*. При этом сначала наблюдается увеличение числа видов, позже – вновь наблюдается переход к моновидовым поселениям [1; 11].

В условиях Италии в зависимости от возраста отвалов, в видовом богатстве меняется представленность отдельных родов Formicidae, число хладобливых и лесных видов [14].

В местах добычи бурого угля на территории Чехии, отмечены в основном на отвалах те же виды муравьев, что и в естественных ценозах. Но горные виды *Formica lemni* и *Manica rubida* выявлены только на отвалах и не найдены в естественных ценозах. В то же

время гнезда *Myrmica rubra* зарегистрированы только в естественных ценозах [13]. При этом с увеличением возраста отвалов возрастает доля насыпных гнезд и гнезд-капсул [6].

Однако не проводились сравнения восстановительных процессов естественных ценозов на отвалах угольных разрезов расположенных в различных (лесостепной и лесной) зонах. Поэтому целью настоящей работы стало изучение восстановительной способности естественных биоценозов на отвалах угольных разрезов в условиях Кемеровской области на примере формирования мирмекокомплексов.

Материалы и методики исследования

Исследования проводили на отвалах двух предприятий крупнейшей компании Кузбасса, специализирующейся на добыче угля открытым способом, – ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»: Краснодарском и Кедровском угольных разрезах. Краснодарский угольный разрез основан в 1947 г., а Кедровский – в 1954 г. Краснодарский угольный разрез находится в лесостепной зоне Кузнецкой котловины, в Беловском районе. Кедровский угольный разрез расположен в лесной зоне (равнинная тайга) Кузнецкой котловины, в Кемеровском районе, в 25 км севернее Кемерово. На этих предприятиях многие годы проводится целый комплекс работ по рекультивации отвалов.

Для проведения исследований были выбраны модельные участки на отвалах разных возрастов (таблица 1). При этом только семилетний участок подвержен первому стадии рекультивации – техническому, остальные прошли и биологический этап рекультивации.

Характеристика исследованных участков отвалов

Код участка	Возраст, лет	Тип луга	Проективное покрытие, %	Площадь древесно-кустарниковой растительности, в % от исследованной территории
Кедровский угольный разрез				
К1	7	Разнотравный	30 – 50	0
К2	15	разнотравно-злаковый	50 – 70	10 – 15
К3	30	разнотравно-бобово-злаковые	80 – 100	30 – 35
Краснобродский угольный разрез				
КБ1	15	Разнотравный на откосе отвала (уклон 30 – 35°)	25 – 30	0 – 1
КБ2	15	Злаково-разнотравный	50 – 70	10 – 15
КБ3	30	Разнотравный на откосе отвала (уклон 25 – 30°)	40 – 50	50 – 60

В качестве контроля были выбраны участки, находящиеся вне зоны влияния разрезов, но расположенных рядом с основанием отвалов. Контролем для участков на Кедровском угольном разрезе (Кк) послужили участки темнохвойного леса с фрагментами разнотравно-злаковых лугов, на Краснобродском разрезе (КБк) – березовые колки в окружении разнотравно-злаковых лугов. Лесопокрытая площадь на контрольных участках составляет 95 – 100 %.

Сбор материала проводили в мае-августе 2013 – 2014 гг. стандартными мирмекологическими методами. Определение видового состава и плотности поселений муравьев осуществляли на маршрутах и пробных площадках размером 5 на 5 м [7; 10]. Данные, полученные при изучении муравьев, пересчитывали

на 25 м² – на одну учетную площадку. Весь материал обрабатывался в программе Statistica.

Результаты исследования и обсуждение

Проведенные исследования позволили выявить всего 17 видов Formicidae, в том числе на отвалах 14 видов, принадлежащих 5 родам 2 подсемейств (таблица 2). При этом в лесостепной зоне отмечено 11 видов, а в лесной – 13 видов муравьев. Необходимо подчеркнуть, что гнезда *Camponotus saxatilis*, *Formica aquilonia* и *F. pratensis* найдены только в лесостепной зоне, *Myrmica scabrinodis*, *M. schencki*, *Formica rufa* и *F. subpilosa*, напротив, только в лесной зоне. Три вида Formicidae (*L. alienus*, *F. aquilonia* и *F. lugubris*) отмечены только в контрольной зоне.

Таблица 2

Видовой состав и плотность поселения муравьев на модельных участках Кедровского и Краснобродского угольных разрезов, гнезд / 25 м²

Вид муравьев	Участки							
	К1	К2	К3	Кк	КБ1	КБ2	КБ3	КБк
<i>Myrmica rubra</i> L.	++	0,05			0,05			++
<i>M. ruginodis</i> Nyl.			0,30	1,65				0,60
<i>M. scabrinodis</i> Nyl.			0,70					
<i>M. schencki</i> Vier.			0,10					
<i>Tetramorium caespitum</i> L.	0,45	0,15			0,20	0,50		++
<i>Camponotus saxatilis</i> Ruzs.						0,25	0,40	0,40
<i>Formica aquilonia</i> Yarr.				+				
<i>F. cunicularia</i> Latr.	0,05				0,05		0,1	
<i>F. fusca</i> L.			0,4	0,05			0,50	0,80
<i>F. lugubris</i> Zett.				++				
<i>F. pratensis</i> Retz.							+	++
<i>F. rufa</i> L.			+					
<i>F. rufibarbis</i> F.	0,05	++		++		0,50		
<i>F. subpilosa</i> Ruzs.	+							
<i>Lasius alienus</i> Forster				++				++
<i>L. flavus</i> F.		0,10	0,1			1,50	0,20	
<i>L. niger</i> L.	0,2	0,15		0,05		0,75	0,60	0,10
Средняя плотность поселения	0,75	0,45	1,6	1,75	0,30	3,5	1,8	1,9
Число видов	6	5	6	7	3	5	6	8

Примечание: + найдены только рабочие особи без гнезда; ++ – гнезда найдены при фаунистических исследованиях; обозначение участков приведено в тексте.

Ниже приведено краткое описание особенностей мирмекокомплекса на каждом из исследованных участков.

Лесостепная зона, Краснобродский угольный разрез.

Участок КБ1. Отмечены минимальные плотность гнезд и видовой состав. Зарегистрированы только подземные гнезда принадлежащие трем видам – *M. rubra*, *T. caespitum* и *F. cunicularia*. Все выходы из гнезд расположены под камнями. В местах, где проективное покрытие приближалось к нулю или наблюдалось отсутствие камней от 5 см в диаметре, гнезда не обнаружены. В среднем плотность гнезд составляла 0,75 гнезда / 25 м². Однако гнезда *T. caespitum* равномерно распределены по всей исследованной территории, а *F. cunicularia* – расположены в 5 м друг от друга.

Участок КБ2. Гнезда равномерно расположены по всей территории. Однако отмечено тяготение гнезд *L. flavus* к участкам с наиболее высоким проективным покрытием, что объяснимо его биологией (этот вид геобионт, фотофоб). Напротив, с увеличением проективного покрытия резко уменьшается численность гнезд *T. caespitum*. Так же отмечены только подземные гнезда. При камеральной обработке у *F. rufibarbis* выявлена высокая степень вариативности хетотаксии рабочих особей, что в дальнейшем будет подробнее изучено.

Участок КБ3. В целом на участке зарегистрировано относительно малое число гнезд, но все они значительно крупнее, чем на предыдущих участках. При этом все обнаруженные гнезда имели наземный земляной холмик высотой не менее 25 см. Исключением выступают гнезда *F. fusca* и *C. saxatilis*. Муравьи первого вида отмечены в подземных гнездах и в упавшей древесине, *C. saxatilis* – только подземные.

Участок КБк. Всего отмечено 8 видов муравьев с плотностью поселения 1,9 гнезда / 25 м². В связи с низовым пожаром (весенний пал) не отмечено ни одного купольного гнезда или гнезда, расположенного в древесине, только подземные.

Лесная зона, Кедровский угольный разрез.

Участок К1. Встречены гнезда 6 видов муравьев. Род *Formica* представлен тремя видами подрода *Serviformica*. Все муравейники этого подрода купольные с земляным холмиком и небольшим количеством растительного материала, высотой не менее 30 см. В подавляющем большинстве представляют из себя кочку.

Участок К2. В целом на участке все отмеченные гнезда относительно крупные, не менее 30 см в высоту и диаметра. При камеральной обработке для *F. rufibarbis* выявлена высокая степень вариативности хетотаксии рабочих особей.

Участок К3. Отмечена наибольшая плотность гнезд на исследуемом разрезе – 1,6 гнезда / 25 м². При этом для *F. rufa* обнаружены только рабочие особи, муравейник не найден. Только здесь из всех исследованных участков отмечены гнезда *Myrmica schencki* и *M. scabrinodis*. В целом средняя плотность поселения составила 4,8 гнезда / 25 м². Гнезда агрегированы либо к единичному строительному мусору (толь), упавшим деревьям и т. п.

Участок Кк. На исследованном участке черновой тайги найдены отдельные особи *F. aquilonia* и *F. lugubris*, но муравейники не обнаружены.

Сравнение видового состава и плотности поселения муравьев модельных участков между собой (рис. 1 – 2) позволило выявить высокую степень сходства между собой ранних стадий восстановления естественного видового состава (на участках К1 и КБ1; К2 и КБ2). Однако восстановление плотности населения происходит разными путями.

Так, в лесной зоне на относительно молодых отвалах, сформированных 7 – 10 лет назад, отмечено относительно высокое видовое разнообразие (6 видов) с плотностью поселения 0,75 гнезда / 25 м² (езде без учета *Formicas*. str.). При увеличении возраста отвала (30 лет) зарегистрировано уменьшение обоих параметров: соответственно 5 видов и 0,45 гнезда / 25 м². В контроле вновь наблюдается увеличение числа видов до 7 и плотности поселений до 1,75 гнезда / 25 м². В предыдущей работе [5] число видов дано ошибочное.

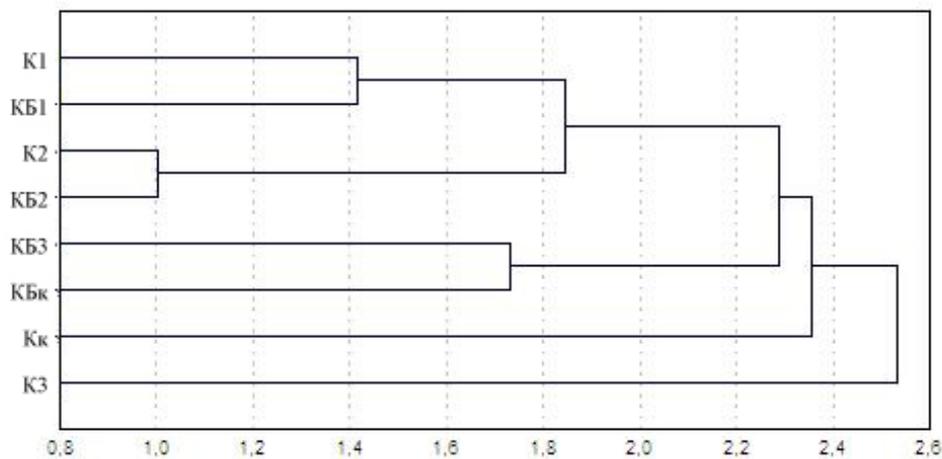


Рис. 1. Дендрограмма сходства видового состава *Formicidae* на исследованных участках отвалов Краснобродского и Кедровского угольных разрезов

Примечание: обозначение участков приведено в тексте.

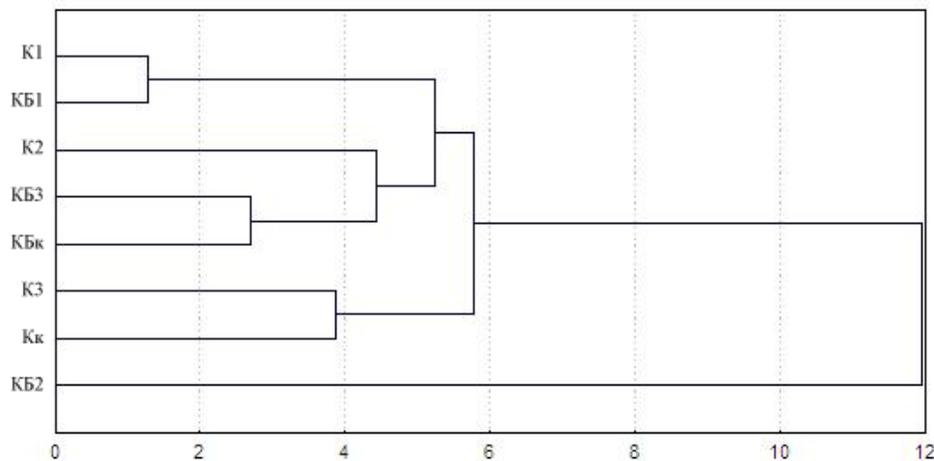


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового обилия (плотности населения) *Formicidae* на исследованных участках отвалов Краснобродского и Кедровского угольных разрезов
Примечание: обозначение участков приведено в тексте.

В лесостепной зоне формирование мирмекокомплексов отвалов происходит несколько иначе: число видов и плотность поселения возрастают с увеличением возраста отвала. Минимальные значения зарегистрированы для отвалов моложе 15 лет (до трех видов муравьев, средняя плотность поселений 0,3 гнезда / 25 м²), максимальные значения – в контроле (8 видов, 1,9 гнезда / 25 м²). Интересно, что на отвалах старше 15-летних на 2 – 5 лет наблюдается резкое увеличение плотности поселения, которая затем достаточно быстро вновь уменьшается, приближаясь к контрольной.

Отмечено для обоих исследованных разрезов, что на «молодых» отвалах плотность поселения *T. caespitum* максимальна и на отдельных модельных площадках достигает 2 гнезд / 25 м². С увеличением возраста отвалов плотность поселений этого вида уменьшается. В контроле отмечены только единичные гнезда. Напротив, гнезда *C. saxatilis* и *F. aquilonia* найдены только на старых участках и в контроле. Единственное гнездо *F. subpilosa* зарегистрировано на 7-летнем отвале лесной зоны.

Ранее проведенные исследования *Formicidae* территории Кузнецко-Салаирской горной области [2 – 4 и др.] позволили определить биотопическое предпочтение всех найденных видов:

– Эвритопные виды, поселения которых зарегистрированы в различных типах лесов, лугов, на степных и остепненных участках. Это *C. saxatilis*, *F. fusca*, *L. flavus*, *L. niger*.

– Лугово-лесные виды – виды, поселяющиеся в лесах и разнотравных лугах. *Myrmica rubra*, *M. schencki*, *M. scabrinodis*, *F. pratensis*, *F. rufa*.

– Лесные виды – виды муравьев, гнезда которых встречены только в различных типах лесов. *M. ruginodis*, *F. aquilonia*, *F. cunicularia*, *F. subpilosa*, *F. lugubris*.

– Лугово-степные виды – виды, гнезда которых отмечены на различных видах лугов и степей *T. caespitum*, *F. rufibarbis*, *L. alienus*.

Очевидно, что с увеличением возраста отвала доля лесных видов возрастает, а доля лугово-степных, напротив, уменьшается. Так, для Кедровского угольного разреза на модельных участках возрастом 7 лет доля лугово-степных составила 33,3 %, лесных – 33,3 %; в контроле, соответственно 28,6 % и 42,9 %. Интересно, что доля эвритопных видов максимальна на участках старше 15 лет (до 60 %), уменьшаясь как в контроле, так и на более «молодых» (от 33,3 % до 0 %).

Таким образом, полученные результаты можно использовать для дальнейшей разработки методов биологической оценки степени восстановления антропогенно трансформированных экосистем, рассматривая такие показатели, как видовой состав и плотность поселений, соотношения групп *Formicidae* по биотопической приуроченности.

Выводы

1. На рекультивированных отвалах угольных разрезов Кузбасса обнаружено 14 видов муравьев 5 родов 2 подсемейств. При этом количество видов с возрастом отвалов увеличивается, достигая в контроле 7 – 8 видов.

2. Лугово-степные виды поселяются на отвалах на начальных стадиях рекультивации, однако в последующем их видовое богатство и плотность поселения снижается. Одновременно увеличивается доля лесных видов.

3. Плотность поселения обнаруженных большинства отмеченных видов муравьев на рекультивированных отвалах ниже, чем на контрольных участках.

Литература

1. Апостолов Л. Г., Лиховидов А. Б., Кобечинская В. Г., Малий Е. Н., Перваков В. П. Пути формирования фауны герпетобия в техногенных ландшафтах Альминского месторождения строительных материалов в Крыму // Проблемы почвенной зоологии. Киев, 1981. С. 13 – 14.
2. Блинова С. В. Структура мирмекокомплексов Кузнецкого Алатау // Известия высших учебных заведений Северо-Кавказский регион. 2009. № 4(152). С. 82 – 85.
3. Блинова С. В. Изменения мирмекокомплекса сосново-березового леса при удалении гнезд видов-доминантов // Экология. 2011. № 6. С. 158 – 160.
4. Блинова С. В. Мирмекокомплексы (Hymenoptera, Formicidae) естественных и антропогенных экосистем Кузнецко-Салаирской горной области: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Барнаул, 2012. 39 с.
5. Блинова С. В. Формирование комплексов муравьев (Hymenoptera, Formicidae) на отвалах угольных разрезов (на примере Кузбасса, Россия) // Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым. Н. Новгород, 2015. С. 27.
6. Брындин В. М. Особенности формирования мирмекокомплексов в сукцессионном ряду шахтных отвалов // Муравьи и защита леса: тез. докл. VIII Всесоюз. мирмекол. симп. Новосибирск, 1987. С. 59 – 62.
7. Бугрова Н. М., Резникова Ж. И. Методическое пособие по изучению экологии и определению муравьев. Новосибирск, 1989. Вып. 1. 42 с.
8. Дмитриенко В. К. Муравьи как индикатор нарушений природной среды // Система мониторинга в защите леса: тез. докл. Всесоюз. совещ. Красноярск, 1985. С. 36 – 37.
9. Дмитриенко В. К. Муравьи как биоиндикаторы нарушений природной среды // Биологические основы использования полезных насекомых: тез. докл. Всесоюз. симп. М., 1988. С. 38 – 40.
10. Захаров А. А., Горюнов Д. Н. Общие методы полевых экологических исследований // Муравьи и защита леса. Матер. XIII Всеросс. мирмекол. симп. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского гос. ун-та, 2009. С. 247 – 256.
11. Лиховидов А. Б., Кобечинская В. Г., Сапожкова Е. Н., Перваков В. П. К изучению сукцессионных процессов в биогеоценозах техногенных ландшафтов степного Крыма // Охрана и рациональное использование природных ресурсов. Симферополь: изд-во Симф. гос. ун-та, 1980. С. 113 – 121.
12. Сорокина С. В. Влияние промышленных выбросов предприятий на видовой состав муравьев // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири: тез. докл. 1 науч.-практич. конф. "Сибресурс-95". Кемерово: Кузбассвуиздат, 1995. С. 85.
13. Holec M., Frouz J. Ants (Hymenoptera: Formicidae) communities in the Czech Republic // Pedobiologia, 2005. V. 49. № 4. P. 345 – 357.
14. Ottonetti L., Tucci L., Santini G. Recolonization patterns of ants in a Rehabilitated Lignite Mine in Central Italy: potential for the use of Mediterranean ants as indicators of restoration processes // Restoration Ecology. 2006. V. 14. № 1. P. 60 – 66.

Информация об авторах:

Блинова Светлана Викторовна – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии КемГУ, sv_blinova@mail.ru.

Svetlana V. Blinova – Doctor of Biology, Professor at the Department of Zoology and Ecology, Kemerovo State University.

Корчагина Марина Романовна – аспирант кафедры зоологии и экологии КемГУ, m_kortschagina@mail.ru.

Marina R. Korchagina – post-graduate student at the Department of Zoology and Ecology, Kemerovo State University.

(Научный руководитель – **С. В. Блинова**). (Academic advisor – **S. V. Blinova**).

Еремеева Наталья Ивановна – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии КемГУ, neremeeva@mail.ru.

Natalia I. Ereemeeva – Doctor of Biology, Professor at the Department of Zoology and Ecology, Kemerovo State University.

Лузянин Сергей Леонидович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии КемГУ, bombuluz@ngs.ru.

Sergey L. Luzyanin – Candidate of Biology, Associate Professor, Assistant Professor at the Department of Zoology and Ecology, Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 21.09.2015 г.