

УДК: 631.468:622.276 (477.53)

Мониторинг почвенной мезофауны на рекультивированных землях Игнатьевского газонефтяного месторождения (Украина, Полтавская область)

Н.Е.Журавель¹, И.П.Леженина², П.В.Клочко¹, В.В.Яременко¹

¹ООО «СВНЦ Интеллект-сервис» (Харьков, Украина)

²Харьковский национальный аграрный университет имени В.В.Докучаева (Харьков, Украина)
scentris@ukr.net, muha57@mail.ru

Установлено, что нарушение почвенного покрова в результате сооружения газонефтяных скважин на Игнатьевском месторождении привело к почти полному уничтожению почвенной мезофауны. На рекультивированных участках плотность мезофауны в 2–43 раза ниже, чем на фоновых. Плотность дождевых червей оставалась очень низкой даже после пяти лет рекультивации. Первыми почву заселяли личинки пластинчатоусых и жужелицы, личинки щелкунов отсутствовали на всех восстанавливаемых участках.

Ключевые слова: почвенная мезофауна, рекультивация, плотность почвы, дождевые черви, пластинчатоусые, щелкуны, газонефтяные скважины.

Моніторинг ґрунтової мезофауни на рекультивованих ґрунтах Ігнатівського газонафтового родовища (Україна, Полтавська область)

М.Ю.Журавель, І.П.Леженіна, П.В.Клочко, В.В.Яременко

Встановлено, що порушення ґрунтового покриву в результаті будівництва газонафтових свердловин на Ігнатівському родовищі призвело до майже повного знищення ґрунтової мезофауни. Щільність мезофауни на рекультивованих ділянках була у 2–43 рази нижчою, ніж на фонових. Щільність дощових черв'яків залишалася дуже низькою навіть після п'яти років рекультиватії. Першими ґрунти заселяють личинки пластинчастовусих і жужелиць, личинки коваликів були відсутні на всіх відновлюваних ділянках.

Ключові слова: ґрунтова мезофауна, рекультиватія, щільність, дощові черви, пластинчастовусі, ковалики, газонафтові свердловини.

Monitoring of soil mesofauna on recultivated lands of Ignatievsky gas and petroleum mine (Ukraine, Poltava region)

N.Y.Zhuravel, I.P.Lezhenina, P.V.Klochko, V.V.Yaremenko

It has been found out that damage of soil cover as a result of building of gas and petroleum wells on the Ignatievsky mine has led to almost complete destruction of soil mesofauna. Density of mesofauna on restorable plots was lower than on the background ones in 2–43 times. The density of earthworms stayed very low even after five years of recultivation. The first to populate soil were larvae of Scarabaeidae and ground beetle, larvae of Elateridae were absent almost on all the restorable plots.

Key words: soil mesofauna, recultivation, density, earthworms, Scarabaeidae, Elateridae, gas and petroleum wells.

Введение

Крупные беспозвоночные (мезофауна) являются классическим объектом почвенных зоологических исследований. Они используются при изучении влияния различных факторов антропогенного происхождения и удобны для мониторинга окружающей среды (Gardi et al., 2009; Paoletti, 2000; Römbke et al., 2006; Babin-Fenske, Anand, 2010). Представители педобионтной мезофауны активно прокладывают ходы, измельчают почву или раздвигают ее частички (Бызова и др., 1987). Важно и то, что среди почвенных беспозвоночных много видов-полифагов, которые мало связаны с типом пищи.

Наиболее удобны для мониторинговых исследований дождевые черви, личинки жуков-щелкунов, крупные жужелицы, некоторые виды мокриц и многоножек (Безкоровайна, 2001). Дождевые черви традиционно используются при изучении агроценозов – исследуется влияние

пестицидов, выпаса, разных систем обработки почвы и других факторов на население дождевых червей (Антощенков, 1985; Воронцов, 2012; Кутюва, 2012; Achazi, 2002; Dorn, Salanitro, 2000). Усиливает индикационную роль люмбрицид их слабая миграционная активность: расселение дождевых червей осуществляется разными путями, главная роль в этом принадлежит дождевым водам и речным потокам. Способность к активным перемещениям у дождевых червей развита очень слабо (Чекановская, 1960), поэтому изменения в видовом и количественном составе этих беспозвоночных могут быть индикаторами изменений в почвенном покрове.

Личинки щелкунов – проволочники заселяют разные типы почв, подстилку и гниющую древесину, многие являются серьезными вредителями сельскохозяйственных культур. Благодаря своей многочисленности личинки щелкунов играют существенную роль в почвообразовательных процессах. В агроценозах обычны виды рода *Agriotes*, которые питаются корнями диких и культурных растений разных семейств. Эти личинки имеют цилиндрическую форму, вытянутое тело и конусообразный задний конец, способны к рытью, но при передвижении предпочитают пользоваться готовыми почвенными полостями (Определитель..., 1964). Усиливает их индикационную роль и длительный (3–5 лет) период развития. Проволочники реагируют на влажность, плотность и кислотность почвы (Вершинина, Ухова, 2012). Известно, что они положительно гигроскопичны и стремятся перемещаться из сухих слоев почвы в более влажные (Гиляров, 1965, 1976, 1982; Traugott et al., 2008).

В отличие от щелкунов, видовой состав пластинчатоусых (*Scarabaeidae*) в агроценозах обедненный, преобладают личинки хлебных жуков, которые активно разыскивают пищу (корешки культурных и диких растений) и строят в почве защитные колыбельки, личинки развиваются два года. Часть видов пластинчатоусых может развиваться в плотных почвах (Определитель..., 1964).

Таким образом, особенности экологии и биологии рассматриваемых беспозвоночных делают возможным использовать их в мониторинговых исследованиях состояния почвы

Цель исследований – изучить влияние нарушения почвы в результате бурения газонефтяных скважин на педобиотную мезофауну и динамику ее восстановления в зависимости от возраста рекультивированных участков. Основные задачи предлагаемой работы такие: а) изучение видового состава и плотности почвенной мезофауны в зависимости от возраста восстанавливаемого участка; б) анализ ее послойного распределения; в) послойное измерение плотности почвы; г) зависимость распределения и численности мезофауны от особенностей плотности почвы.

Ранее в Украине почвенную мезофауну в районе газонефтяных месторождений не изучали.

Материалы и методы

Исследования проводили в апреле–мае 2012 г. на территории Игнатъевского газонефтяного месторождения в Полтавской области. Почвенную мезофауну изучали на участках с разным возрастом рекультивации. Исследования проведены на землях сельскохозяйственного использования, на которых выращивались полевые культуры. Для исследований были выбраны следующие площадки.

Участок № 1. Первый год рекультивации. Буровая площадка скважины №160. Дата рекультивации и сокращения площади, занятой под скважину, – 2011 г. Культура – подсолнечник.

Участок № 2. Второй год рекультивации. Буровая площадка скважины №131. Дата рекультивации и сокращения площади, занятой под скважину, – 2010 г. Культура – соя.

Участок № 3. Третий год рекультивации. Буровая площадка скважины №138. Дата рекультивации и сокращения площади, занятой под скважину, – 2009 г. Культура – подсолнечник.

Участок № 4. Четвертый год рекультивации. Буровая площадка скважины №151. Дата рекультивации и сокращения площади, занятой под скважину, – 2008 г. Культура – кукуруза.

Участок № 5. Пятый год рекультивации. Буровая площадка скважины №130. Дата рекультивации и сокращения площади, занятой под скважину, – 2007 г. Культура – кукуруза.

Для изучения почвенной мезофауны использовали общепринятый метод почвенных раскопок (Бызова и др., 1987). Рядом с рекультивированным отбирали почвенные пробы на фоновом участке, что позволило проследить динамику заселения почвы на протяжении пяти лет. На каждой площадке отбирали 8 проб стандартного размера (50 × 50 см). Глубина почвенных проб составляла 30 см. Сбор беспозвоночных производили послойно: первый слой 0–10 см, второй – 10–20 см, третий – 30–30 см.

Плотность почвы измеряли на всех участках плотномером *White Soil* (стандарт ASAE S313.3, производство Финляндии). С помощью этого прибора определяется сопротивление проникновения

щупа на різних глибинах – от 3 до 24 дюймов (7,62–60,96 см), что позволяет оперативно оценивать уплотнение почвы на разных участках рекультивированной площадки и на разных глубинах плодородного слоя. Кроме определения плотности, на каждой площадке брали пробы на содержание основных питательных веществ в почве (NPK), а также проводили исследование солевого состава водной вытяжки и спектральный анализ валового содержания 40 элементов. При анализе почвенной мезофауны как основную характеристику почвы использовали ее плотность, так как остальные показатели несущественно различались на фоновых и рекультивированных участках.

Результаты и обсуждение

Почвы первого года рекультивации (скважина 160) характеризовались существенно большей плотностью по сравнению с фоновым участком во всех слоях, что создало неблагоприятные условия для обитания личинок большинства насекомых, многоножек, нематод и дождевых червей (рис. 1). Кроме того, на рекультивированных участках диапазон колебаний плотности почвы был существенно большим, чем на фоновых участках, что говорит о ее неравномерном уплотнении. Такая структура почвы также не способствовала ее заселению мезофауной, для которой естественные полости имеют большое значение.

Плотность мезофауны на участках рекультивации была очень низкой – 0,5 экз./м², дождевые черви, многоножки, большинство личинок насекомых, кроме жука-кузьки (*Anisoplia austriaca*), отсутствовали (табл. 1). Личинки кузьки обитали в среднем слое почвы (10–20 см).

На фоновом участке, прилегающем к скважине 160, плотность мезофауны была существенно выше – 3,5 экз./м². В верхнем слое обитали имаго жукелицы рода *Harpalus* и личинки жука-кузьки, причем плотность кузьки была в два раза выше, чем на рекультивированном участке. В среднем слое (10–20 см) обитали личинки жуков-щелкунов и дождевые черви, доминировал щелкун степной (*Agriotes gurgistanus*). Этот вид является опасным вредителем сельскохозяйственных растений и массовым видом на пахотных землях лесостепной и степной зон (Определитель..., 1964).

Таблица 1.

Таксономический состав почвенных беспозвоночных по данным почвенных раскопок. Игнатьевское газонефтяное месторождение, Полтавская область, 2012 г.

Название таксона	Средняя плотность беспозвоночных, экз./м ²									
	Дата рекультивации и сокращения площади под скважину									
	2011 г.		2010 г.		2009 г.		2008 г.		2007 г.	
	фон	опыт	фон	опыт	фон	опыт	фон	опыт	фон	опыт
Класс Insecta Carabidae <i>Bembidion sp.</i>	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harpalus sp.</i>	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0
<i>Poecilus cupreus</i> L.	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0
Scarabaeidae <i>Anisoplia austriaca</i> (Herbst, 1783)	1,0	0,5	0	0	0	1,0	0	0	1,0	0
<i>Rhizotrogus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0
Elateridae <i>Agriotes gurgistanus</i> (Faldermann, 1835)	1,0	0	1,0	0	3,0	0	0	0	0	0
<i>Agriotes sputator</i> (Linnaeus, 1758)	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Класс Miriopoda	0	0	0,5	0	1,5	0,5	0	0	0,5	0,5
Класс Nematoda	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0
Класс Oligocheta Lumbricidae	0,5	0	2,0	0	3,0	2,5	0,5	1,0	20,0	0,0
Всего, экз./м ²	3,5	0,5	4,5	0,0	11,0	6,0	0,5	3,5	21,5	0,5

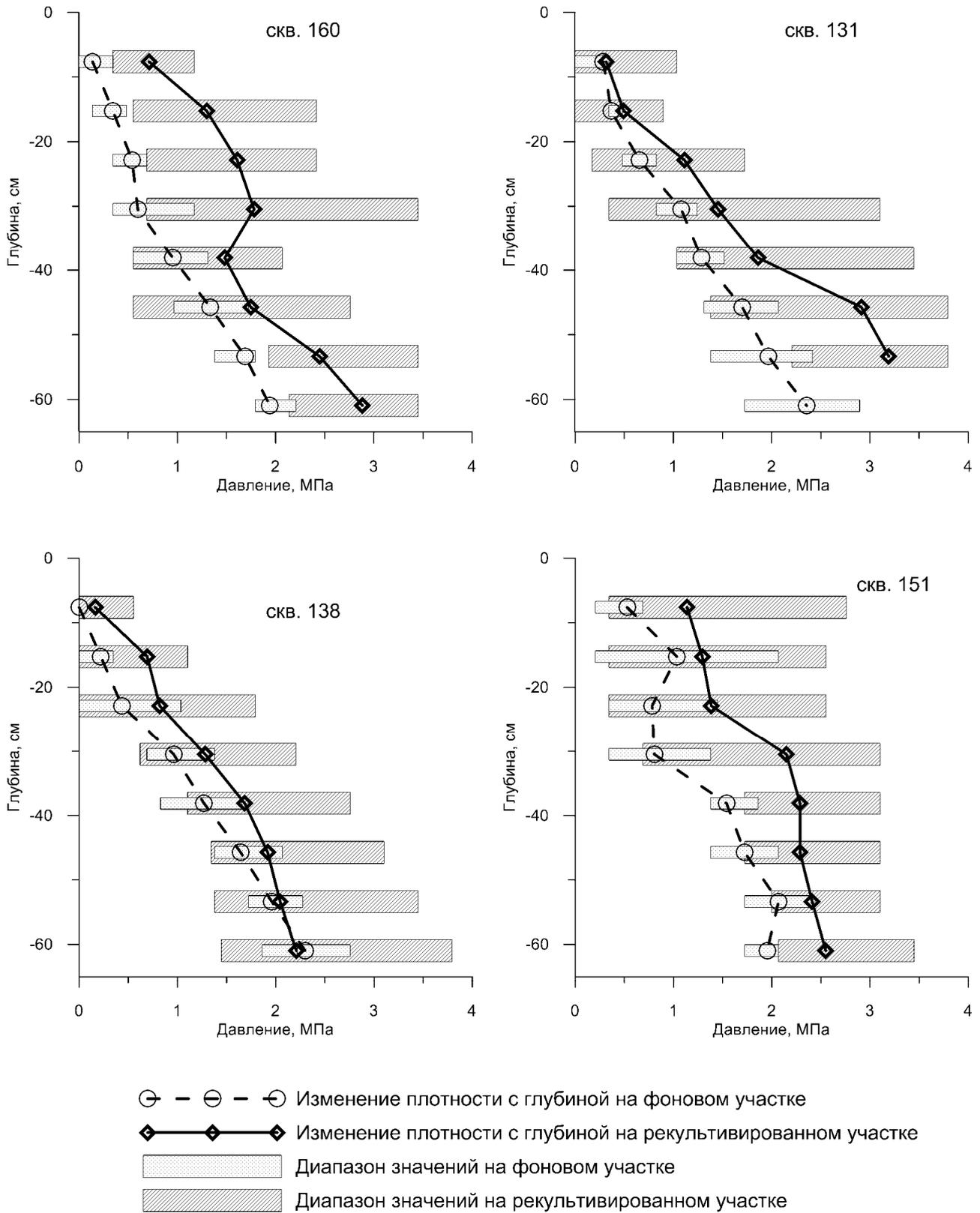


Рис. 1. Плотность почвы на разных глубинах плодородного слоя на рекультивированных и фондовых участках Игнатьевского газонефтяного месторождения Полтавской области

Почва второго года рекультивации также была более плотной по сравнению с фоном (район скважины 131), однако разница была не такой существенной, как на предыдущем участке, меньше всего отличалась плотность почвы в верхних слоях (до 15 см). С 15 до 40 см разница в плотности почвы фонового и рекультивированного участков была более значимой и скачкообразно увеличилась ниже 40 см (рис. 1). Так же, как и на скважине 160, показатели плотности почвы на участке с рекультивацией характеризовались существенными колебаниями (рис. 1).

На рекультивированном участке представители мезофауны отсутствовали (табл. 1). Средняя плотность почвенной мезофауны фонового участка составляла 4,5 экз./м², основная ее масса была сосредоточена в среднем слое (10–20 см). Доминировал щелкун степной, плотность жужелиц, дождевых червей и многоножек была низкой.

По сравнению с предыдущими площадками участок третьего года рекультивации (скважина 138) по показателям плотности почвы отличался в значительно меньшей степени от фонового – на глубине более 50 см плотность почвы рекультивации и фона приблизились по своим значениям, но диапазон их колебаний по-прежнему был существенно больше на участке рекультивации.

Плотность мезофауны на рекультивированном участке была в два раза ниже, чем на фоновом, основная ее масса обитала в среднем слое и состояла из личинок жука-кузьки, жужелиц, многоножек и дождевых червей. Таким образом, на третий год земли начали заселять жужелицы. По-прежнему отсутствовали личинки жуков-щелкунов (табл. 1). Фон характеризовался высокой плотностью мезофауны, основная масса обитала в верхнем слое почвы, были обнаружены личинки щелкунов степного (*Agriotes gurgistanus*) и посевного (*Agriotes sputator*), нематоды, многоножки и дождевые черви. Доминировал щелкун степной – 3 экз./м², преобладали личинки последнего – четвертого года жизни.

Интересными оказались данные по распределению мезофауны на участке четвертого года рекультивации (площадка скважины №151). На рекультивированных землях были отмечены личинки корнегрызов (*Rhizotrogus*) с плотностью 2,5 экз./м² и дождевые черви с плотностью 1 экз./м², которые обитали преимущественно в слое почвы 10–20 см.

На фоновом участке в почвенных пробах беспозвоночные не обнаружены, за исключением дождевых червей (0,5 экз./м²), то есть общая плотность мезофауны на участке четырехлетней рекультивации превышала фоновую в 7 раз за счет личинок корнегрызов. Жуки этого рода (*Rhizotrogus*) откладывают яйца преимущественно на уплотненные почвы, они заселяют целинные участки, бурьянистые залежи и т. п.

На участке с пятилетним сроком рекультивации (скважина №130) в почвенных пробах присутствовали только дождевые черви с плотностью 0,5 экз./м², на фоновом участке их плотность достигла 20 экз./м². Дождевые черви и на фоне, и на рекультивации обитали на глубине от 15 до 30 см.

Обобщая данные по плотности почвенной мезофауны, отметим, что этот показатель значительно больше на фоновых участках в сравнении с нарушенными, независимо от возраста рекультивации (рис. 2).

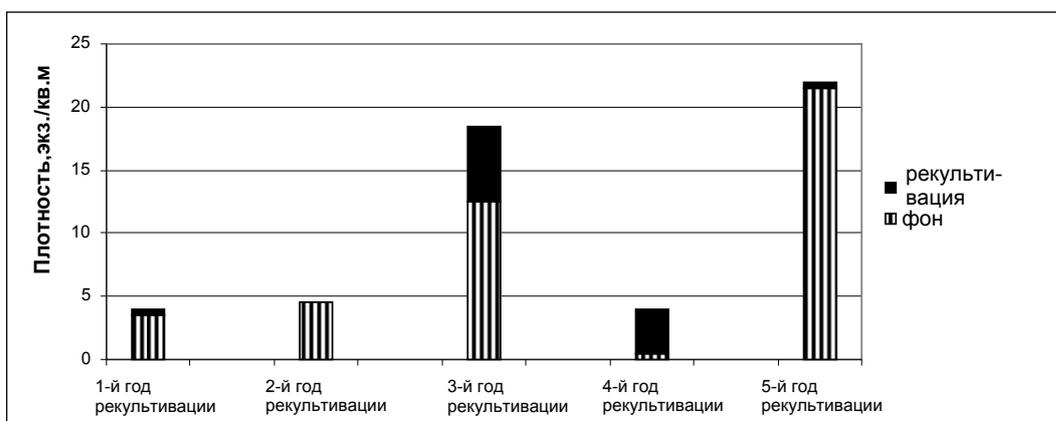


Рис. 2. Плотность почвенной мезофауны на рекультивируемых и фоновых участках Игнатьевского газонефтяного месторождения Полтавской области

Єдинственне виключення – це скважина 151, на якій із-за загальної низької щільності мезофауни і наявності личинок корнегризів на рекультивованих землях показателю щільності був нижче на фонівому участку, ніж на рекультивованому.

Аналіз пошарового розподілу ґрунтової мезофауни показує, що на рекультивованих ділянках основна маса беспозвоночних розміщується в середньому шарі на глибині 10–20 см, на фоні ділянках мезофауна розподіляється більш рівномірно і проникає в більш глибокі шари ґрунту (рис. 3).



Рис. 3. Послойное распределение почвенной мезофауны на рекультивированных и фоневых участках Игнатьевского газонефтяного месторождения Полтавской области

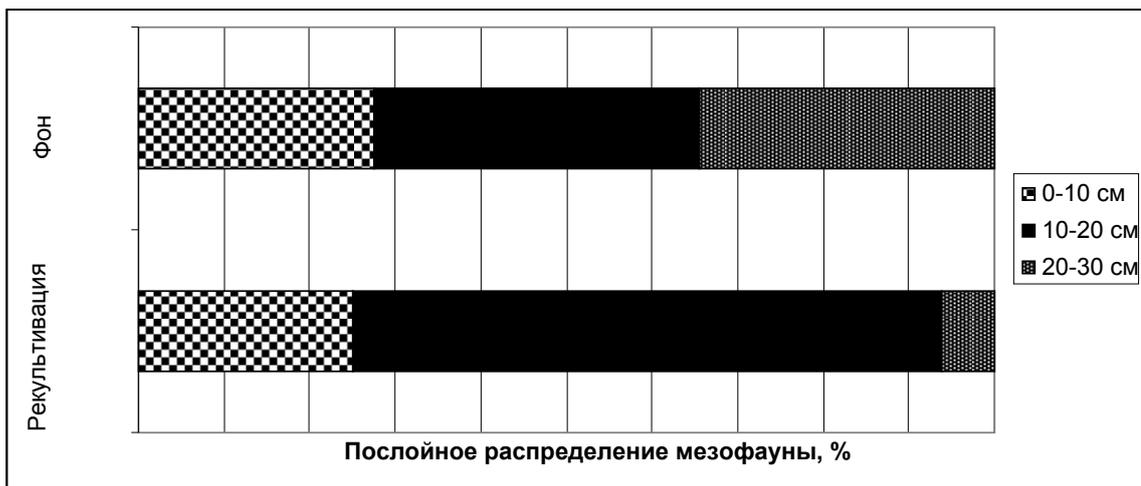


Рис. 4. Усредненное пошаровое распределение почвенной мезофауны на рекультивируемых и фоневых участках Игнатьевского газонефтяного месторождения Полтавской области

Рассматривая в целом послойное распределение мезофауны (рис. 4), отметим, что в период исследований на рекультивированных участках основная часть почвенной мезофауны обитала в слое 10–20 см, а на фоновых участках размещалась более-менее равномерно.

Заключение

Нарушение почвенного покрова в результате сооружения газонефтяных скважин приводит к почти полному уничтожению почвенной мезофауны.

Единично в снятом плодородном слое остаются дождевые черви, которые в случае благоприятных условий могут выживать, а после рекультивации почвенного покрова постепенно восстанавливать свою численность.

Плотность дождевых червей остается очень низкой даже после пяти лет рекультивации, их максимальная плотность на участках с рекультивированной почвой составляла 3,5 экз./м, на фоновых – 20 экз./м². Одна из причин очень медленного заселения почвы дождевыми червями – их низкая миграционная активность (Чекановская, 1960).

Из насекомых первыми почву заселяли представители пластинчатоусых – личинки хлебных жуков (*Anisoplia austriaca*) и корнегрызы (*Rhizotrogus*), позже – жуки-щелкуны (*Carabidae*).

Личинки щелкунов отсутствовали на всех рекультивированных участках. Для личинок щелкунов характерны вертикальные миграции в течение года – во время вегетации они концентрируются в зоне корней, однако в засушливые периоды мигрируют на глубину 50–80 см, так как очень чувствительны к недостатку влаги (Гиляров, 1965). Вероятно, высокая миграционная активность в течение года и слабая роющая деятельность личинок рода *Agriotes* – одна из причин отсутствия этих щелкунов на очень плотных почвах.

На рекультивированных участках основная масса почвенной мезофауны обитала в слое почвы 10–20 см, в то время как на фоновых участках мезофауна относительно равномерно распределялась по трем исследованным слоям. Плотность почвенной мезофауны на рекультивированных участках была в 2–43 раза ниже, чем на фоновых.

Таким образом, показатели плотности почвенной мезофауны, данные о наличии и плотности дождевых червей и личинок жуков-щелкунов могут использоваться в мониторинге состояния почвы после рекультивации.

Список литературы

- Антощенко В.Ф. Изменение фауны почв под влиянием пастбищного режима. Автореф. дисс. ... к.б.н. /03.00.08 – зоология. – М., 1985. – 21с. /Antoshchenkov V.F. Izmeneniye fauny pochv pod vliyaniyem pastbishchnogo rezhima. Avtoref. diss. ... k.b.n. /03.00.08 – zoologiya. – M., 1985. – 21s./
- Безкоровайна И.Н. Биологическая диагностика и индикация почв: Краткий курс лекций. – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2001. – 31с. /Bezkorovaynaya I.N. Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: Kratkiy kurs lektsiy. – Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2001. – 31s./
- Бызова Ю.Б., Гиляров М.С., Дукнер В. и др. Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. – 289с. /Byzova Yu.B., Gilyarov M.S., Dukner V. i dr. Kolichestvennyye metody v pochvennoy zoologii. – M.: Nauka, 1987. – 289s./
- Вершинина С.Д., Ухова Н.Л. Видовое разнообразие жуков-щелкунов (Coleoptera, Elateridae) коренных лесов и производных биотопов Висимского заповедника // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле. – 2012. – Вып.3. – С. 71–77. /Verшинina S.D., Ukhova N.L. Vidovoye raznoobrazie zhukov-shchelkunov (Coleoptera, Elateridae) korenykh lesov i proizvodnykh biotopov Visimskogo zapovednika // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologiya. Nauki o zemle. – 2012. – Vyp.3. – S. 71–77./
- Воронцов В.В. Исследование влияния модельного загрязнения почвы пестицидами на дождевых червей в лабораторных условиях // Фундаментальные исследования. – 2012. – №9 (часть 1). – С. 26–32. /Vorontsov V.V. Issledovaniye vliyaniya model'nogo zagryazneniya pochvy pestitsidami na dozhdevykh chervy v laboratornykh usloviyakh // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2012. – №9 (chast' 1). – S. 26–32./
- Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1965. – 278с. /Gilyarov M.S. Zoologicheskii metod diagnostiki pochv. – M.: Nauka, 1965. – 278s./
- Гиляров М.С. Индикационное значение почвенных животных при работах по почвоведению, геоботанике и охране среды // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М., 1976. – С. 9–18. /Gilyarov M.S. Indikatsionnoye znacheniye pochvennykh zhivotnykh pri rabotakh po pochvovedeniyu, geobotanike i okhrane sredy // Problemy i metody biologicheskoy diagnostiki i indikatsii pochv. – M., 1976. – S. 9–18./

- Гиляров М.С. Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. – М., 1982. – С. 8–11. /Gilyarov M.S. Pochvennyye bespozvonochnyye kak indikatory pochvennogo rezhima i yego izmeneniy pod vliyaniyem antropogennykh faktorov // Bioindikatsiya sostoyaniya okruzhayushchey sredy Moskvy i Podmoskov'ya. – М., 1982. – S. 8–11./
- Кутовая О.В. Влияние дождевых червей (*Oligochaeta, Lumbricidae*) на биоту и органическое вещество дерново-подзолистых почв при разных системах землепользования. Автореф. дисс. ... к.с.-х.н. /03.02.13 – почвоведение. – М., 2012. – 27с. /Kutovaya O.V. Vliyaniye dozhdevykh chervy (Oligochaeta, Lumbricidae) na biotu i organicheskoye veshhestvo dernovo-podzolistykh pochv pri raznykh sistemakh zemlepol'zovaniya. Avtoref. diss. ... k.s.-h.n. /03.02.13 – pochvovedeniye. – М., 2012. – 27s./
- Определитель обитающих в почве личинок насекомых / Под ред М.С.Гилярова. – М.: Наука, 1964. – 919с. /Opredelitel' obitayushchikh v pochve lichinok nasekomykh / Pod red M.S.Gilyarova. – М.: Nauka, 1964. – 919s./
- Чекановская О. В. Дождевые черви и почвообразование. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 212с. /Chekanovskaya O. V. Dozhdevye chervi i pochvoobrazovaniye. – М.-Л.: Izd-vo AN SSSR, 1960. – 212s./
- Achazi R.K. Invertebrates in risk assessment development of a test battery and of short term biotests for ecological risk assessment of soil // Journal of Soils and Sediments. – 2002. – Vol.2, Is.4. – P. 174–178.
- Babin-Fenske J., Anand M. Terrestrial insect communities and the restoration of an industrially perturbed landscape: assessing success and surrogacy // Restoration Ecology. – 2010. – Vol.18, Is. Supplement s1. – P. 73–84.
- Dorn Ph.B., Salanitro J.P. Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation // Chemosphere. – 2000. – Vol.40, Is.4. – P. 419–426.
- Gardi C., Montanarella L., Arrouays D. et al. Soil biodiversity monitoring in Europe: ongoing activities and challenges // European Journal of Soil Science. Special Issue: Soil Inventory and Monitoring. – 2009. – Vol.60, Is.5. – P. 807–819.
- Paoletti M.G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability // Chemosphere. – 2000. – Vol.40, Is.4. – P. 419–426.
- Römbke J., Sousa J.-P., Schouten T., Riepert F. Monitoring of soil organisms: a set of standardized field methods proposed by ISO // European Journal of Soil Biology. – 2006. – Vol.42, Suppl.1. – P. 61–64.
- Traugott M., Schallhart N., Aufmann R., Juen A. The feeding ecology of elaterid larvae in central European arable land: New perspectives based on naturally occurring stable isotopes // Soil Biology and Biochemistry. – 2008. – Vol.40, Iss.2. – P. 342–349.

Представлено: В.Л.Мешкова / Presented by: V.L.Meshkova
Рецензент: А.Ю.Утевський / Reviewer: A.Yu.Utevsky
Подано до редакції / Received: 19.03.2013