

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Отделение биологических наук
Научно-практический центр по биоресурсам
Центральный ботанический сад

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ, ПРОВЕДЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Материалы международной научной конференции,
посвященной 95-летию со дня рождения
члена-корреспондента НАН Беларуси Е. А. Сидоровича
(9–10 марта 2023 года, Минск)

Минск
«ИВЦ Минфина»
2023

УДК 502.175:[502.211:582](476)(082)
ББК 28.588(4Бел)я43
Т33

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси
Ж. А. Рупасова (ответственный редактор); кандидат биологических наук *П. Н. Белый*;
доктор биологических наук *Н. В. Гетко*; кандидат биологических наук *Л. В. Гончарова*;
С. М. Кузьменкова; доктор биологических наук *Е. Н. Кутас*;
кандидат биологических наук *А. П. Яковлев*

Рецензенты:

доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Беларуси, доцент *В. Н. Прохоров*
(Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси);
доктор биологических наук, доцент *О. В. Созинов*
(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

Т33 **Теоретические** и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений : материалы международной научной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения члена-корреспондента НАН Беларуси Е. А. Сидоровича (Минск, 9–10 марта 2023 г.) / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 383 с.

ISBN 978-985-880-314-8.

В сборнике представлены материалы по изучению теоретических и прикладных аспектов организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений для оценки и прогноза изменений состояния растительности под воздействием природных и антропогенных факторов. Обсуждаются актуальные проблемы рационального природопользования, охраны окружающей среды и рекультивации нарушенных земель.

УДК 502.175:[502.211:582](476)(082)
ББК 28.588(4Бел)я43

ISBN 978-985-880-314-8

© ГУО «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2023
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2023

уплотненность субстратов, приводят к депрессии роста и неотении. Карликовые формы отмечены, например, у *Capsella bursa-pastoris*, *Erigeron canadensis*, *Salanum nigrum*. На зоолоотвалах ТЭЦ -3 были найдены кусты *Rosa majlis* с плодами высотой от 10 до 15 см. Наоборот, у некоторых видов наблюдался гигантизм (*Ranunculus sclerantus*, *Ceratophyllum demersum* и др.). Нарушения формирования плодов отмечены у *Typha latifolia*, *T. angustifolia*. Интересная тератная форма *Typha angustifolia* была найдена у ТЭЦ 2 по берегу р. Уводи в 2015 г. (Борисова, Шилов, 2016).

Среди сложноцветных в техногенных экотопах ТЭЦ были найдены экземпляры с очень мелкими соцветиями, с недоразвитыми центральными цветками в корзинках. У *Tripleurospermum inodorum* в 2018 г. найдены махровые формы с многочисленными краевыми цветками в корзинках. У представителей крестоцветных отмечены мелкоплод-

ность, искривленность стручков (*Erysimum cheiranthoides*, *Sysimbrium loselii*, *S. officinale*).

Проведённые исследования показали, что наиболее устойчивыми к данным условиям среды являются многолетние травянистые корневищные растения. Они нормально развиваются, у них не обнаруживаются повреждения листовых пластинок и генеративных органов. Поэтому для рекультивации нарушенных техногенных экотопов ТЭЦ в г. Иваново рекомендуются травосмеси из устойчивых местных злаков, например, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense* и бобовых (*Medicago lupulina*, *Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium medium* и др.). Среди древесных видов хорошо растут виды ив (*Salix triandra*, *S. caprea*, *S. myrsinifolia*) и *Betula pensula*.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность доценту М.П. Шилову, студентам кафедры Т. Курниковой, О. Ворониной за совместные полевые исследования.

Список цитированных источников

1. Борисова, Е. А. Особенности флоры территории ТЭЦ-2 г. Иваново // Принципы и способы сохранения биоразнообразия / Е. А. Борисова // Материалы Всерос. науч. конф. – Йошкар-Ола: Изд-во Марийского гос. ун-та, 2004. – С. 67–69.
2. Борисова, Е. А. Интересная тератная форма *Typha angustifolia* в Ивановской области / Е. А. Борисова, М. П. Шилов // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2016. – Т. X, № 4. – С. 91–93.
3. Манаков, Ю. А. Экономические механизмы рекультивации нарушенных земель в Кузбассе / Ю. А. Манаков, А. Н. Куприянов // Экологические проблемы промышленных городов. – Саратов: Изд-во Саратовского гос. тех. ун-та, 2009. – Ч. 1. – С. 112–114.
4. Чибрик, Т. С. Характеристика флоры нарушенных промышленностью земель Урала: учеб. пособие / Т. С. Чибрик, Н. В. Лукина, М. А. Глазырина – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2004. 160 с.
5. Borisova, E. A. Giant Reed *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie in Ivanovo oblast / E. A. Borisova, M. P. Shilov // Russian Journal of Biological Invasion. – 2018. – Vol. 9, № 1. – P. 13–21.

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВЕННОГО МИКРОБОЦЕНОЗА НА ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ КАРЬЕРАХ

Г. И. Булавко, А. П. Яковлев, М. Н. Вашкевич, С. П. Зимич,
О. С. Козырь, А. А. Лешков

Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, bulavkog@mail.ru

Резюме. Приведены данные об особенностях восстановительной сукцессии экосистем на песчаных субстратах карьер после добычи песка. Показано, что восстановление почвенно-биологических процессов проходит активнее на дне карьера, формирование почвенных горизонтов отмечается после 20 лет восстановления. Накопление микробной

массы до уровня зональных почв просходит за более короткий срок, чем восстановление активности процессов, выполняемых микроорганизмами.

Summary. *Bulavko G. I., Yakovlev A. P., Vashkevich M. N., Zimin S. P., Kozyr O. S., Leshkov A. A. Features of restoration of soil microbiocenosis in sand pits.* Data on the features of the ecosystems restorative succession on sandy substrates quarries after sand extraction are presented. It is shown that the restoration of soil-biological processes takes place more actively at the bottom of the quarry, the formation of soil horizons is noted after 20 years of restoration. The accumulation of microbial mass to the level of zonal soils occurs in a shorter period than the activity of processes performed by microorganisms restoration.

Карьеры, возникающие после выемки песка для строительных целей, являются одной из часто встречаемых форм техногенного ландшафта. Добыча песка не сопровождается его переработкой и химическим загрязнением, но нарушает прилегающие территории: изменение высоты ландшафта, перенос песка ветром на прилегающие территории, изъятие земель из хозяйственного пользования.

После выработки на карьерах начинают процессы естественного восстановления, которые прододят под влиянием прилегающих экосистем. Прогноз естественного зарастания необходимо учитывать при проведении восстановительных работ на нарушенных ландшафтах. Сегодня в Беларуси более 250 карьеров. Своевременная рекультивация таких земель позволяет вернуть их в хозяйственное пользование – выращивать сельскохозяйственные культуры или лесные насаждения, а это плюс не только экономике, но и экологии земель. В нарушенной экосистеме идет восстановление как растительности, так и почвенной биоты. Это сопряженные процессы [2, 4, 6, 8]. Установлено, что разные звенья экосистемы восстанавливаются с разной скоростью [7].

В данной работе проведена оценка темпов восстановления земель, нарушенных добычей минерального сырья. Наряду с определением структуры фитоценоза на серии карьеров разного возраста, проведено сравнение активнос-

ти почвенно-биологических процессов в ходе восстановительной сукцессии на песчаных карьерах различающихся по а) топографическому расположению, б) времени самовосстановления и с) характеру напочвенной растительности. Объекты исследования (рекультивируемые площади на территории Шацкого лесничества) расположены в Пуховичском районе Минской области.

С использованием общепринятых методов определены величина микробной массы [9] и активность дыхания [5] формирующейся почвы. Почвенные пробы отобраны послойно каждые 10 см на глубину 0–40 см

Важным показателем функциональной активности почвенных микроорганизмов является активность респирации. При проведении лабораторных исследований корни удаляются из почвы, что позволяет судить об активности жизнедеятельности преимущественно микроорганизмов. Для почв подзолистого типа, характерных для Беларуси, активность респирации дыхания составляет 5,0–3,9 мкг CO₂/г в час [1]. В песчаных субстратах активность процесса варьировала в пределах 0,61–1,60 мкг CO₂/г в час и различалась в разных слоях и на разных склонах. Поскольку закономерности повторялись на каждом из них, в качестве примера рассмотрим песчаный карьер Шацкого лесничества со средней продолжительностью восстановления (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели почвенно-биологической активности в формирующихся почвах песчаных карьеров Шацкого лесничества (отбор 22 июня)

Вариант	Дыхание почвы, мкг С- CO ₂ /г в час	C _{биом} , мкг/ г почвы	Q	
Южный склон	0–10	0,88±0,02	129,20±6,58	0,14
	10–20	1,14±0,05	128,86±6,18	0,18
	20–30	1,00±0,13	141,29±11,09	0,14
	30–40	0,92±0,04	143,82±5,86	0,13

Вариант		Дыхание почвы, мкг С-СО ₂ /г в час	С _{биом} , мкг/г почвы	Q
Северный склон	0–10	1,03±0,08	137,71±10,80	0,15
	10–20	0,76±0,04	149,93±6,11	0,10
	20–30	0,64±0,06	151,31±7,96	0,09
	30–40	0,79±0,02	112,69±2,96	0,14
Дно карьера	0–10	1,60±0,08	154,04±5,58	0,21
	10–20	1,27±0,04	139,36±3,07	0,19
	20–30	0,83±0,04	155,54±3,34	0,11
	30–40	0,86±0,02	158,68±3,24	0,11

В зональных почвах активность биоты наиболее высока в верхних слоях, где выше степень аэрации и наиболее активно идет поступление органического вещества в виде растительного опада, вниз по почвенным горизонтам идет снижение показателей. В субстрате карьеров этот тренд не выражен (см. табл. 1).

Пробные площади, на которых проводились исследования, топологически расположены на разных уровнях и разных склонах. Песчаные карьеры не спланированы и представляют собой территорию с разной степенью уклона почвенных поверхностей. Соответственно поверхность почвы нагревается в разной степени и в зависимости от угла уклона поверхности происходит смыв формирующегося поверхностного слоя почвы. Поток СО₂ из почвы на южном склоне заметно выше (0,88–1,14 мкг С-СО₂/г в час), чем на северном склоне (0,64–1,03, мкг С-СО₂/г в час). На южном склоне наиболее активно процесс идет не в верхнем 0–10 см слое, а в слоях 10–20, 20–30 см, по-видимому из-за пересыхания верхнего слоя. Наиболее интенсивный поток СО₂ отмечен на дне карьера (1,60–0,83, мкг СО₂/почвы в час), где отчетливо прослеживается снижение показателя с глубиной, что может быть свидетельством более зрелого состояния почвы на дне карьера (см. табл. 1).

Распределение микробной массы в почвенных пробах повторяло те же закономерности, что и процесс респирации. То есть на дне карьера запасы микробомассы выше (139–158 мкг/г почвы), чем на склоне. На южном склоне (128–143 мкг/г почвы) величина параметра мало отличалась от северного склона (112–151 мкг/г почвы) (см. табл. 1).

На других карьерах субстрат южного склона имел более высокие показатели микробной массы. Четкого снижения запасов биомассы микроорганизмов вниз по почвенным слоям не было, но абсолютная величина массы близка к значениям, характерным для подзолистых почв. В ненарушенных лесных экосистемах величина микробной массы варьирует от 183,2 мкг С/г почвы смешанного леса под черничником до 141,8 мкг С/г под моховым покровом [1].

По абсолютной величине запасы микробной массы в формирующихся почвах сопоставимы с зональными подзолистыми почвами, тогда как интенсивность процесса респирации остается значительно ниже, чем в сформированных почвах. Тот факт, что биомасса почвенных микроорганизмов на ранних стадиях сукцессии превышает биомассу микроорганизмов в почвах ненарушенных экосистем прилегающих территорий, соответствует представлению о том, что в зрелых экосистемах больше численность медленно-растущих видов, нежизнеспособных клеток и организмов, потребляющих минимальное количество субстрата [Кожевин и др., 1980]. Следовательно, можно допустить, что микробная масса накапливается быстрее, чем сбалансированность выполняемых микробами процессов. Четко выраженное снижение параметров почвенно-биологической активности с глубиной прослеживается на пробных площадях с продолжительным периодом восстановления (20 лет).

Таким образом, скорость формирования почвы и развитие ее микробного населения на песчаных карьерах зависит от его топографического, топографического положения и продолжительности восстановления.

Список цитированных источников

1. Булавко, Г. И. Редуцентное звено лесных экосистем Проблемы лесоведения и лесоводства / Г. И. Булавко / Сборник научных трудов Института леса НАНБ. – Гомель, 2007. – Вып. 67. – С. 341–350.
2. Первичная сукцессия комплекса почвенных микроорганизмов./ Сукцессии и биологический круговорот / Г. И. Булавко [и др.]. – Новосибирск: ВС «Наука». Сибирская изд. фирма, 1993. – С. 39–44.
3. О критериях микробной сукцессии в почвах / П. А. Кожевин [и др.] // Микробиология. – 1980. – № 2. – С. 335–342.
4. Коронатова, Н. Г. Сукцессия фитоценозов при зарастании выработанных карьеров в подзоне северной тайги Западной Сибири / Н. Г. Коронатова, Е. В. Миляева // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 5. – С. 697–705.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Формирование биомассы почвенных микроорганизмов в ходе первичной сукцессии / Сукцессии и биологический круговорот / Н. Б. Наумова [и др.]. – Новосибирск: ВС «Наука». Сибирская изд. фирма, 1993. – С. 44–52.
7. Закономерности сукцессии и биологический круговорот /Сукцессии и биологический круговорот / А. А. Титлянова [и др.]. – Новосибирск: ВС «Наука». Сибирская изд. фирма, 1993. – 157 с.
8. Якутин, М. В. Биомасса микроорганизмов на ранних стадиях суббореального и бореального почвообразования: автореф. дис. д-ра биол. наук / М. В. Якутин – Новосибирск, 2011. – С. 42.
9. Anderson, J. P. S. physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / J. P. S. Anderson, K. H. Domsch // Soil Biol. Biochem. – 1978. – Vol. 10. – P. 215–221.

МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА НАРУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ БОЛОТАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МЕЩЕРА» (Владимирская область)

А. Е. Возбранная¹, В. К. Антипин², А. А. Сирин³

¹Национальный парк «Мещера»,

г. Гусь-Хрустальный, Владимирская обл., Российская Федерация, nucifraga@rambler.ru

²Институт биологии Карельского научного центра РАН,

г. Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, avk-krc@yandex.ru

³Центр сохранения и восстановления болотных экосистем, Институт лесоведения РАН,
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, sirin@ilan.ras.ru

Резюме. представлены результаты мониторинга на постоянных пробных площадях, заложенных в 2005 году на нарушенных торфяниках Национального парка «Мещера», Владимирская область. Рассматриваются восстановительные сукцессии на участках карьерной и фрезерной добычи торфа, влияние природных пожаров и вторичного обводнения. Природные условия на заброшенных полях фрезерной добычи не способствуют самовосстановлению участков. Наиболее сухие остаются открытыми на протяжении длительного времени. Такие участки часто подвержены природным пожарам, которые прерывают ход восстановительных сукцессий. Для предотвращения пожаров и создания условия для восстановления болотной растительности необходимо вторичное обводнение. При среднем уровне почвенного-грунтовых вод в вегетационный период от –5 до +15 болотная растительность может восстанавливаться.