

**ВЛИЯНИЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЗКОЧЕРЕПНОЙ ПОЛЕВКИ (*MICRORUS GREGALIS PALL.*)
НА АКТИВНОСТЬ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВОГРУНТОВ ОТВАЛОВ БОРОДИНСКОГО
БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

Выявлено достоверное увеличение углерода микробной биомассы в подстилках и верхнем минеральном слое реплантозема и литострата колоний полевки. Интенсивность базального дыхания достоверно повышалась только в верхнем минеральном слое колоний полевки на двух отвалах. Жизнедеятельность узкочерепной полевки приводит к возрастанию численности микрофлоры азотного цикла.

Ключевые слова: узкочерепная полевка, техногенные поверхностные образования, микробная биомасса, базальное дыхание.

A.V. Bogorodskaya, E.V. Yekimov, A.S. Shishikin

**THE INFLUENCE OF THE NARROW-SKULLED VOLE (*MICRORUS GREGALIS PALL.*) VITAL ACTIVITY
ON THE ACTIVITY OF THE BORODINO MICROBIOCENOSIS SOILS OF THE LIGNITE CUT DUMPS**

The significant increase in the microbial biomass carbon in the underlayer and upper mineral layer of the vole colony replantozem and lithostrat is revealed. The intensity of the basal respiration increased significantly only in the upper mineral layer of vole colonies on the two dumps. The narrow-skulled vole vital activity leads to the increase in the microflora number in the nitrogen cycle.

Keywords: narrow-skulled vole, man-made surface formations, microbial biomass, basal respiration.

Введение. Влияние жизнедеятельности мышевидных грызунов на компоненты наземных экосистем заключается в их воздействии на растительность, микрорельеф, почвообразовательные процессы; участия в трофических цепях хищных зверей и птиц [1]. Кормодобывающая деятельность мышевидных способствует ускорению процессов накопления и минерализации растительного опада за счет переработки и перераспределения органической массы, обогащения ее микробным комплексом пищеварительного тракта, влияния на структуру растительного покрова в результате интенсивного и избирательного поедания [6, 7]. Роющая деятельность способствует перемешиванию, разрыхлению верхних слоев почвы, что в свою очередь приводит к изменению гидротермических и физических свойств почвы [5], оказывая положительное влияние на интенсивность почвенных биологических процессов [7]. Мышевидные грызуны продуктами экскреции способствуют внесению зоогенных «удобрений» и создают благоприятный субстрат для развития почвенных микроорганизмов [3, 4]. Показано, что заселение почв роющими млекопитающими увеличивает количество микроорганизмов и приводит к увеличению их разнообразия [11].

На разновозрастных отвалах Бородинского бурогольного разреза создаются все условия для изучения роли мышевидных в повышении биологической активности почвогрунтов и пионерном почвообразовательном процессе. Зоогенное влияние на интенсивность микробиологических процессов ювенильных почв горных отвалов – наименее изученное направление в почвенно-биологических исследованиях.

Цель исследований. Оценка влияния колоний-поселений узкочерепной полевки (*Microrus gregalis Pall.*) на активность микробоценозов техногенных поверхностных образований (ТПО) отвалов Бородинского бурогольного разреза.

Материалы и методы исследований. Территория Бородинского бурогольного разреза (восточная часть КАТЭКа), расположена в Канской котловине, которая в соответствии со схемой природной зональности Средней Сибири относится к северной окраине степной зоны [13]. По почвенно-географическому районированию изучаемая территория относится к Красноярско-Канской подпровинции выщелоченных и обыкновенных черноземов, лугово-черноземных и серых лесных длительносезонномерзлотных почв [12].

Исследования осуществляли на двух 25-летних отвалах с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП) (реплантозем) и без – (литострат) [8].

Образцы подстилки (ветоши) и минерального слоя ТПО (0-10 см) отобраны в 10-кратной повторности в колониях-поселениях узкочерепной полевки в конце вегетационного периода (начало сентября). Колонии выбирались случайным образом. Их возраст составлял не менее 5–15 лет. Плотность населения узкочерепной полевки на поверхности отвалов достигла 41–55 экз/га, а поселения полевки занимали не менее 10 % на пробных площадях. Площади колоний варьируют от 0,25 до 120 м², наиболее часто – от 5 до 40 м². Образцы отбирали из колоний, занимающих площади 12–25 м², с численностью 4–8 семейных групп.

В качестве контрольных образцов использовалась подстилка и верхний минеральный слой ТПО за пределами территории колонии, при условии отсутствия следов жизнедеятельности полевок: нор, троп, кормовых столиков, экскрементов.

Определяли содержание микробной биомассы ($S_{\text{мик}}$) методом субстрат-индуцированного дыхания СИД [2, 14]. В стеклянные флаконы (250 мл) помещали 2 г почвогрунта или 1 г подстилки (ветоши) и добавляли 0,2 мл глюкозо-минеральной смеси (ГМС, мг/мл: глюкоза – 200; K_2HPO_4 – 20; $(NH_4)_2SO_4$ – 20), герметично закрывали резиновыми пробками и инкубировали при 22°C в течение 3–4 часов, что соответствует лаг-периоду роста микробной популяции [2]. $S_{\text{мик}}$ определяли путем пересчета скорости СИД по формуле [14]: $S_{\text{мик}}$ (мкг С/г почвы) = (мкл CO_2 г⁻¹ почвы час⁻¹) × 40,04 + 0,37.

Базальное (фоновое) дыхание (БД) почвы измеряли по скорости выделения CO_2 почвой за 24 ч ее инкубации при 25°C. Определение CO_2 проводили хроматографически, как описано для определения СИД, только вместо внесения раствора ГМС вносили воду. Скорость базального дыхания выражали в мкг CO_2 -С/г почвы/час.

БД и СИД определяли по разности концентраций CO_2 в начале и в конце инкубации при помощи газового хроматографа Agilent Technologies 6890N (Центр коллективного пользования Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск), снабженного пламенно-ионизационным детектором и метанатором (Hewlett-Packard, США). Во время анализа использовали колонку Supelco 10182004 из нержавеющей стали с внутренним диаметром 3,175 мм и длиной 1828,8 мм. Адсорбент – 80/100 Porapak Q. Рабочие параметры хроматографа Agilent 6890N: температура термостата колонки – 80 °С, поток газа-носителя (гелия) – 20 мл мин⁻¹. Режим работы пламенно-ионизационного детектора: температура детектора – 300 °С, температура заднего порта – 375 °С, поток водорода – 30 мл мин⁻¹, поток воздуха – 400 мл мин⁻¹. Объем вводимой газовой пробы 5 мл.

В образцах минеральной части ТПО изучали общую численность и структуру эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) методом посева на диагностические среды [9].

Посевы на диагностические среды выполнены в трех повторностях, измерения СИД и БД – в десяти, данные выражены как средние величины ± стандартное отклонение, расчет выполнен на вес абсолютно-сухой почвы (105 °С, 8 ч). Достоверность различий микробиологических показателей разных категорий участков оценивалась с помощью критерия Стьюдента для 5%-го уровня значимости. При обработке данных использовали статистический пакет программы Microsoft Excel 2003.

Результаты исследований и их обсуждение. На обоих отвалах с нанесением ПСП и без, как в подстилке, так и в верхнем минеральном слое ТПО колоний-поселений полевок, содержание углерода микробной биомассы оказалось выше, чем в контроле, при статистически достоверном уровне различий (рис. 1). В подстилке реплантозема содержание $S_{\text{мик}}$ оказалось большим в 1,5 раза и составило 8900 мкгС/г, тогда как в подстилке литострата – увеличивается на 14 % по сравнению с контролем и достигает 8760 мкгС/г. В верхнем минеральном слое ТПО, напротив, отмечено более значительное увеличение содержания $S_{\text{мик}}$ на отвале без нанесения ПСП (на 66 % от контроля), чем на отвале с ПСП (на 30 % от контроля).

Интенсивность БД достоверно повышалась в колониях-поселениях полевок только в верхнем минеральном слое ТПО на обоих типах отвалов. Почти двукратное увеличение интенсивности БД в колониях полевок отмечено в верхнем слое реплантозема, где оно достигало 2,3 мкг CO_2 -С/г почвы/час, тогда как в литострате – повышалось на 30 % от контроля. В подстилке на обоих отвалах интенсивность БД в колониях-поселениях полевок достоверно не изменялась.

Полученные данные свидетельствуют о накоплении углерода микробной биомассы в колониях-поселениях полевок за счет изменения структуры травянистого опада, обогащения почвы экскрементами и изменения физических свойств почвы. Увеличение базального дыхания в минеральном слое ТПО колоний полевок свидетельствует об интенсификации минерализационных процессов. В подстилке интенсивность базального дыхания не изменялась, что, вероятно, связано с накоплением органического вещества.

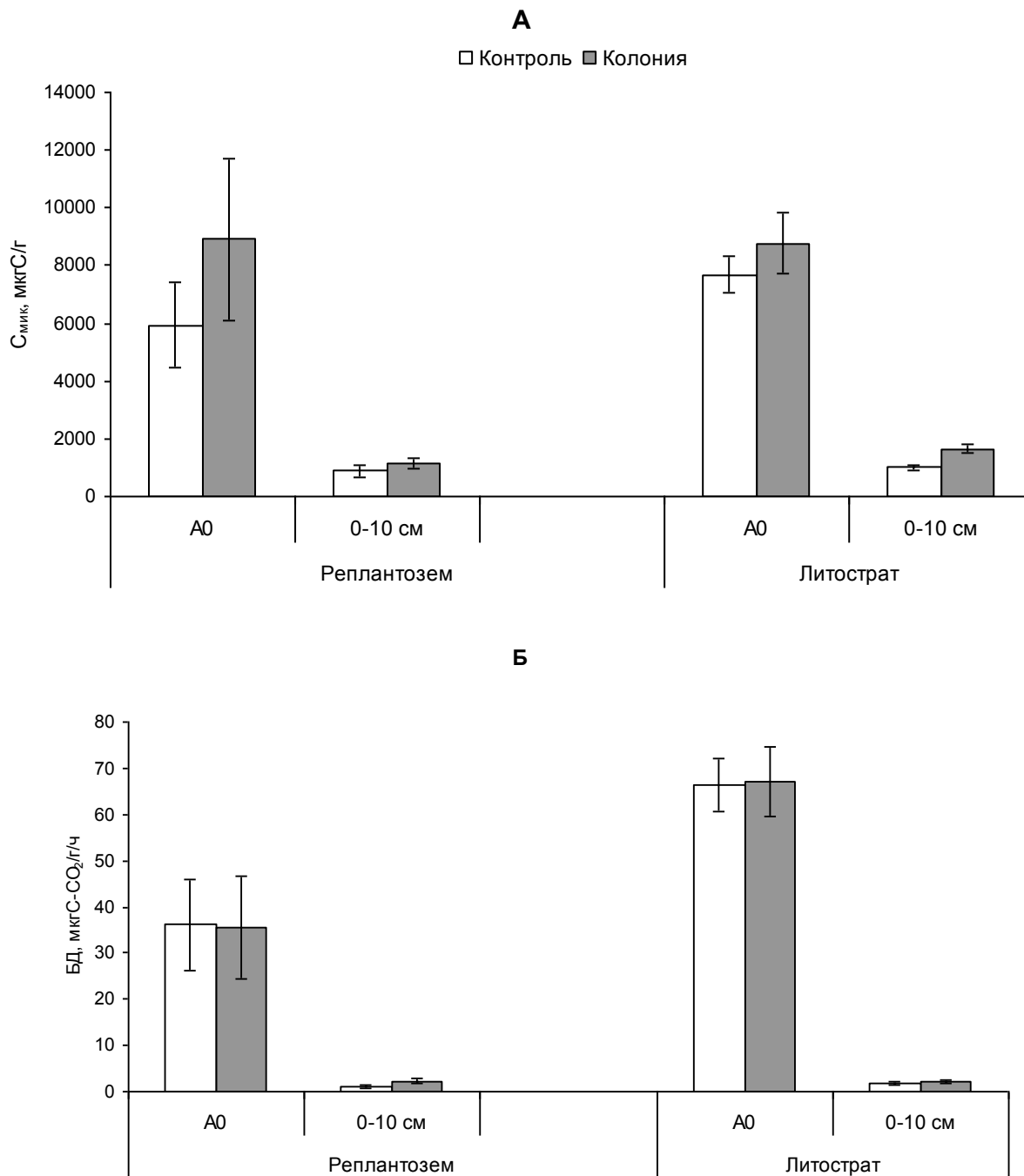


Рис. 1. Содержание углерода микробной биомассы (А) и интенсивность базального дыхания (Б) в ТПО колоний-поселений полевок на отвалах Бородинского бурогоугольного разреза

Среди ЭКТГМ в минеральном слое ТПО отвалов доминируют микроорганизмы с олиготрофным типом питания и использующие минеральные формы азота, тогда как численность аммонификаторов низкая (рис. 2). Это указывает на недостаток доступных для микроорганизмов форм органического вещества и легкогидролизуемого азота, что было отмечено другими исследователями для почвогрунтов отвалов [10].

В колониях-поселениях полевок отмечено достоверное возрастание численности аммонификаторов, причем больше в литострате (почти на 60 %), что, очевидно, связано с его обогащением азотсодержащими продуктами жизнедеятельности полевок [3]. Также вероятными причинами увеличения численности органотрофной группы микробсообщества можно отметить трансформацию структуры травянистого опада и изменения физических свойств почвы (в частности, разрыхление и аэрация). Численность других ЭКТГМ в реплан-

тоземе колоний полевок достоверно не изменялась. На отвале без ПСП в колониях-поселениях полевок достоверно увеличивается также количество олигонитрофилов, что свидетельствует об интенсификации процесса азотфиксации (рис. 2).

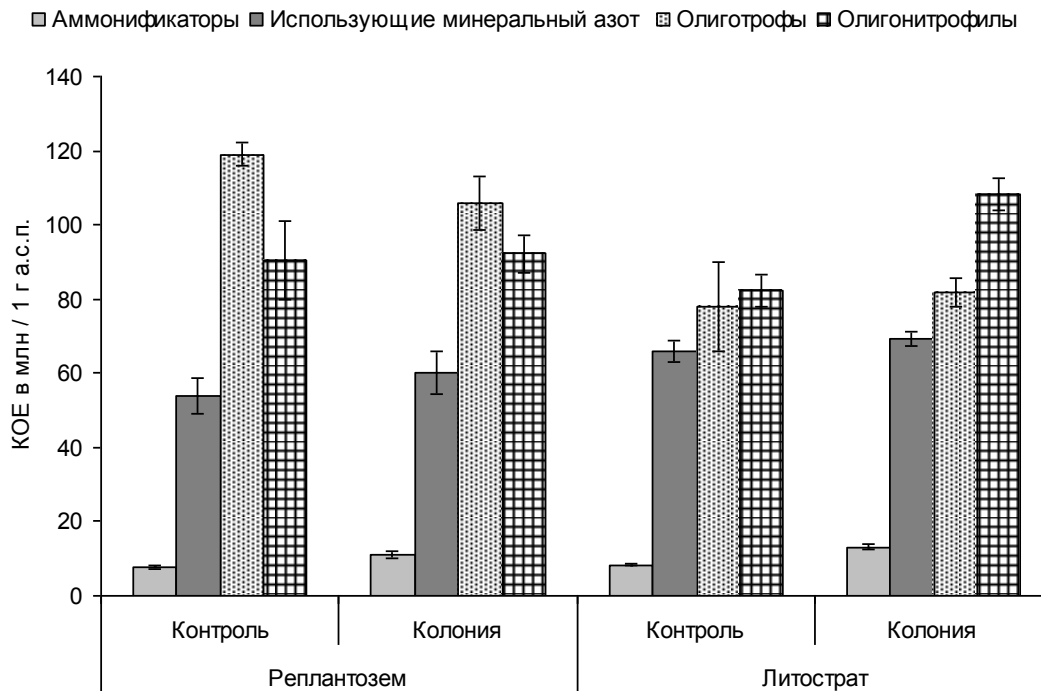


Рис. 2. Структура и численность ЭКТГМ в минеральном слое ТПО в колониях-поселениях полевок на отвалах Бородинского бурогоугольного разреза

Заключение. Изучено влияние жизнедеятельности узкочерепной полевки на активность микробных сообществ техногенных поверхностных образований отвалов Бородинского бурогоугольного разреза. Показано достоверное увеличение углерода микробной биомассы в подстилках и верхнем минеральном слое реплантазема и литострата колоний полевок. Интенсивность базального дыхания достоверно повышалась только в верхнем минеральном слое колоний полевок на двух отвалах. Жизнедеятельность узкочерепной полевки приводит к возрастанию численности микрофлоры азотного цикла. Возрастает количество аммонификаторов и олигонитрофилов, особенно на отвале без нанесения ПСП. Отмеченные структурно-функциональные изменения в почвенном микробном блоке в колониях-поселениях узкочерепной полевки на отвалах Бородинского бурогоугольного разреза свидетельствуют об интенсификации процессов мобилизации азота и микробиологической минерализации органического вещества, что приводит к ускорению круговорота биогенных элементов и, следовательно, почвообразовательного процесса на отвалах.

Литература

1. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистемы. – М.: Наука, 1984. – 286 с.
2. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. – М.: Наука, 2003. – 222 с.
3. Белов Л.П. Азотфиксация в желудочно-кишечном тракте обыкновенной полевки и ее влияние на биологическую активность почв: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2009. – 20 с.
4. Особенности трансформации азота в дерново-подзолистой почве на участках, заселенных обыкновенной полевкой *Microtus arvalis* / Л.П. Белов, Н.В. Костина, Е.И. Наумова [и др.] // Изв. РАН. Сер. Биол. – 2002. – № 1. – С. 86–92.
5. Булахов В.Л. Влияние роющей деятельности крота на физико-химические свойства почв лесов степной зоны юго-востока Украины // Проблемы почвенной зоологии. – Вильнюс, 1975. – С. 85–87.
6. Булахов В.Л., Пахомов А.Е. Влияние фитофагов-млекопитающих на скорость минерализации подстилки в лесных биогеоценозах степной зоны Украины // Роль подстилки в лесных биогеоценозах: тез. докл. Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1983. – С. 31–32.

7. Злотин Р.И., Ходашова К.С. Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем. – М.: Наука, 1974. – 200 с.
8. Классификация и диагностика почв России / авт. и сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
10. Микробные ценозы техногенных экосистем Сибири / Н.М. Наплекова, С.С. Трофимов, Е.Р. Кандрашин [и др.] // Техногенные экосистемы: организация и функционирование. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 38–69.
11. Пахомов А.Е., Грачева Л.В. Влияние роющей деятельности крота (*TALPA EUROPAEA*) на почвенную микрофлору при загрязнении почвы кадмием // Вестн. Днепропетр. ун-та. Сер. Биол. – 2006. – Вып. 8. – Т. 2. – С. 111–116.
12. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Почвенно-географическое районирование западного участка КАТЭКа // География и природные ресурсы. – 1982. – № 2. – С.32–38.
13. Черепнин Л.М. Флора южной части Красноярского края. – Красноярск: Изд-во КГПИ, 1957–1967. – Т.1–6.
14. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil biol. and biochem. – 1978. – V. 10. – P. 314–322.



УДК 581.555:594.47 (594.45)

Н.Н. Кошурникова, Л.В. Зленко

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ*

Рассмотрены особенности и видовой состав растительного покрова в нарушенных хозяйственной деятельностью коренных темнохвойных насаждениях, восстанавливающихся после рубки со сменой пород и без смены породного состава.

Ключевые слова: видовой состав, живой напочвенный покров, лесовосстановительная сукцессия, производные березняки, коренные пихтарники, фитомасса, Западная Сибирь.

N.N. Koshurnikova, L.V. Zlenko

PHYTOCOENOTIC CHARACTERISTIC OF ABORIGINAL AND DERIVATIVE DARK-CONIFEROUS FORESTS IN WESTERN SIBERIA

The vegetation cover peculiarities and species composition in the aboriginal dark coniferous plantations damaged by the economy activities that are recovering after clear cutting with species succession and clear cutting without species succession are considered.

Key words: species composition, live vegetation cover, forest restoration succession, birch derivatives, native silver fir, phytomass, Western Siberia.

Введение. Наиболее устойчивыми к воздействию внешней среды и нарушениям являются смешанные разновозрастные древостои, по отношению к которым используется понятие первобытный «климаксовый» лес. Экологическая теория утверждает, что климаксовая растительная формация находится в динамическом равновесии с воздействием внешней среды. Большая часть этих лесов образована теневыносливыми видами, в которых катастрофические явления редки и происходят на небольших площадях [1].

Поэтому представляется важным изучение не только строения и структуры древостоев южной темнохвойной тайги Западной Сибири, восстанавливающихся после рубок, но и особенностей их фитоценотической характеристики.

* Работа выполнена при финансовой поддержке проектов Российским фондом фундаментальных исследований № 10-04-01651-а, 12-04-10098_к., РФИИ-РГО № 130541506