

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТВАЛОВ БОРОДИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Исследовались возможности микробиологической рекультивации отвалов Бородинского бурого угольного разреза. На двух пятилетних отвалах, рекультивированных под сельско- и лесохозяйственное использование, проведен эксперимент по внесению бакпрепарата, опилок и навоза в различных комбинациях. Показано максимальное увеличение численности гетеротрофной микрофлоры на протяжении всего вегетационного периода при внесении бакпрепарата в сочетании с дополнительными источниками органического вещества и с навозом.

Ключевые слова: *отвал, рекультивация, бакпрепарат, численность гетеротрофной микрофлоры, надземная фитомасса.*

A.V. Bogorodskaya, A.S. Shishikin

EXPERIMENTAL MICROBIOLOGICAL RECOLTIVATION OF THE BORODINO BROWN COAL MINE DUMPS

Possibilities of microbiological recultivation of the Borodino brown coal mine dumps are researched. The experiment with introduction of bacterial preparation, sawdust and manure in different combination is conducted on the basis of two five-year dumps that are recultivated for agricultural and forestry use. Maximum increase in the heterotrophic microflora number throughout the vegetation period in the process of introducing the bacterial preparation combined with additional organic matter sources and manure is shown.

Key words: *dump, recultivation, bacterial preparation, heterotrophic microflora number, above ground phytomass.*

Введение. Разработка угольных месторождений влечет за собой разрушение почвенного и растительного покрова, нарушение естественного рельефа, изменение гидрологического режима и микроклимата, трансформацию сложившихся природных циклов углерода и азота, вынос на дневную поверхность значительных объемов горных пород [1, 2, 8, 13]. Восстановление почв как первообразующего компонента биоценоза является необходимым условием регенерации техногенного ландшафта, а значит, и главной целью рекультивации отвалов угольных разрезов. Однако в большинстве случаев темпы рекультивационных работ значительно отстают от объемов нарушения земель, а применяемые технологии рекультивации имеют низкий уровень экологической эффективности [4, 13]. Восстановление почвы как сложной биокостной экологической системы – наиболее сложный процесс, объединяющий формирование механической структуры почвогрунтов, их химического состава, водного и воздушного режима и, наконец, биологического насыщения. Фактически на техногенных субстратах проходит ювенильный этап процесса почвообразования, даже несмотря на нанесение плодородного слоя почвы на горные породы отвалов. Совершенно очевидно, что для повышения эффективности биологической реабилитации и ускорения почвообразовательного процесса требуется разработка новых методических подходов в технологию проведения рекультивационных работ.

Морфология почвенного профиля, физико-химические свойства почв, скорость круговорота веществ напрямую связаны с активностью микрофлоры [5]. Поскольку интенсивность почвообразовательных процессов на первых этапах восстановления отвалов во многом определяется активностью микрофлоры, как наиболее активного и пионерного компонента педобионтов, быстро реагирующих на изменение физико-химических свойств почвогрунтов [9, 13], предполагается, что интродукция в ювенильную почву популяций микроорганизмов повысит биологическую активность почвогрунтов и позволит ускорить процессы первичного почвообразования на отвалах Бородинского бурого угольного разреза.

Цель исследований. Оценка влияния бакпрепарата и дополнительных источников органического вещества на повышение биологической активности и продуктивности отвалов Бородинского бурого угольного разреза.

Материалы и методы исследований. Территория Бородинского бурого угольного разреза (восточная часть КАТЭК) расположена в Канской котловине, которая в соответствии со схемой природной зональности Средней Сибири является северной окраиной степной зоны [12]. По почвенно-географическому районированию изучаемая территория относится к Красноярско-Канской подпровинции выщелоченных и обыкновенных черноземов, лугово-черноземных и серых лесных длительносезонномерзлотных почв [11].

Закладка эксперимента по микробиологической рекультивации техногенных поверхностных образований (ТПО) проводилась на двух пятилетних отвалах с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП) (реплантозем) и без (литострат) [6]. Верхний 20 см слой ТПО предварительно взрыхляли фрезой, затем размечали участки (2×2 м) с разными вариантами эксперимента (рис. 1).



Рис. 1. Схема закладки эксперимента (цифрами обозначены посевы травянистых растений: 1 – горчица; 2 – клевер красный; 3 – газонная травосмесь (мятлик луговой, овсяница красная); 4 – мелисса)

Каждый участок ограничивали от других слоем толстого полиэтилена, который вкапывали на глубину 25 см (обозначено на схеме двойной линией). Каждый вариант делился на четыре части (1×1 м) для посева тестовых травянистых растений (на схеме обозначены цифрами). В варианте «Контроль» ТПО оставляли без изменений. В варианте «БАК» после посева трав поливали раствором (1:100) бакпрепарата «Кэм Бин Байкал». (Многокомпонентный, многофункциональный экологически безопасный микробиологический препарат. Состав: фототрофные бактерии, молочнокислые гомоферментные кокки, молочнокислые гомоферментные и гетероферментативные лактобактерии, азотфиксирующие бактерии, одноклеточные грибы и др. Производитель: Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН.) Свежие сосновые опилки и навоз на каждый вариант вносили в объеме 20 л, затем проводили посев трав и поливали раствором бакпрепарата.

Образцы для микробиологического анализа отбирали с каждого варианта в начале закладки эксперимента 18.05.2011 года и трижды за вегетационный период: в середине июня, июля и в начале сентября из верхнего слоя 0–10 см. Для каждого варианта отбирали смешанный образец в четырех повторностях по секциям с посевом трав. Определяли численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) стандартными методами [7, 14]. В конце вегетационного сезона определяли актуальную продуктивность ТПО по надземной фитомассе тестовых видов трав, которую определяли стандартным методом [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Минимальная численность гетеротрофной микрофлоры отмечается в начале вегетационного периода (рис. 2). К июлю она увеличивается в основном за счет олиготрофной и олигонитрофильной группировок и достигает максимума в конце вегетации. При этом значительно возрастает численность органотрофного комплекса и значительно снижается олиготрофность почв в отношении доступного органического вещества и азота. Динамичность структуры и численности микроорганизмов ТПО описана ранее [3] и объясняется поступлением легкогидролизуемого органического вещества и сезонным изменением гидротермических условий.

Отмечено, что численность аммонификаторов во все сроки выше на отвале с нанесением ПСП (уч. №9), причем к концу вегетационного сезона их количество в реплантоземе превышает таковое в литострате (уч. №16) в 3,5 раза, что объясняется бедностью литостратов доступным органическим веществом. Внесение бакпрепарата и дополнительных источников органического вещества на отвалах, как без ПСП, так и с ПСП, сразу же приводит к увеличению численности аммонификаторов в 1,5–3 раза, причем максимальное увеличение их численности наблюдается при внесении бакпрепарата в сочетании с навозом и опилками. Численность олиготрофной микрофлоры также увеличивается при внесении бакпрепарата в сочетании с дополнительными источниками органического вещества. Как и следовало ожидать, численность прототрофов, использующих минеральные соединения азота и сложные углеводы, мало изменяется. Таким образом, внесение одного бакпрепарата и в сочетании с дополнительными источниками органического вещества приводит к молниеносному увеличению численности гетеротрофной флоры (вероятно, за счет содержания в самом препарате и органическом субстрате пула активных органотрофов).

Через месяц после начала эксперимента количество почти всех ЭКТГМ на отвале с ПСП (№9) снижается в вариантах «БАК» и «БАК+опилки», а в варианте «БАК+навоз» количество микрофлоры возрастает в

1,5–9 раз. На отвале без нанесения ПСП (№16) наблюдался устойчивый положительный эффект и почти во всех вариантах численность ЭКТГМ была выше контроля.

В середине июля на отвале с нанесением ПСП количество микроорганизмов всех изучаемых групп возрастает по сравнению с началом сезона, особенно олиготрофных форм, а количество аммонификаторов сравнимо с контролем или ниже его. Численность прототрофов, использующих минеральные соединения азота, напротив, во всех вариантах выше контроля, что свидетельствует об интенсификации процессов микробиологической минерализации органических веществ. Количество олиготрофов во всех вариантах (кроме варианта с опилками) ниже контроля, тогда как численность олигонитрофилов превышает контроль.

На отвале без нанесения ПСП в середине вегетационного сезона несколько иная ситуация: количество аммонификаторов во всех вариантах превышает контроль в 1,3–1,7 раза, кроме варианта с бакпрепаратом, где их численность находится на уровне контроля. Численность прототрофов, а также всех олиготрофных форм значительно превышает контроль.

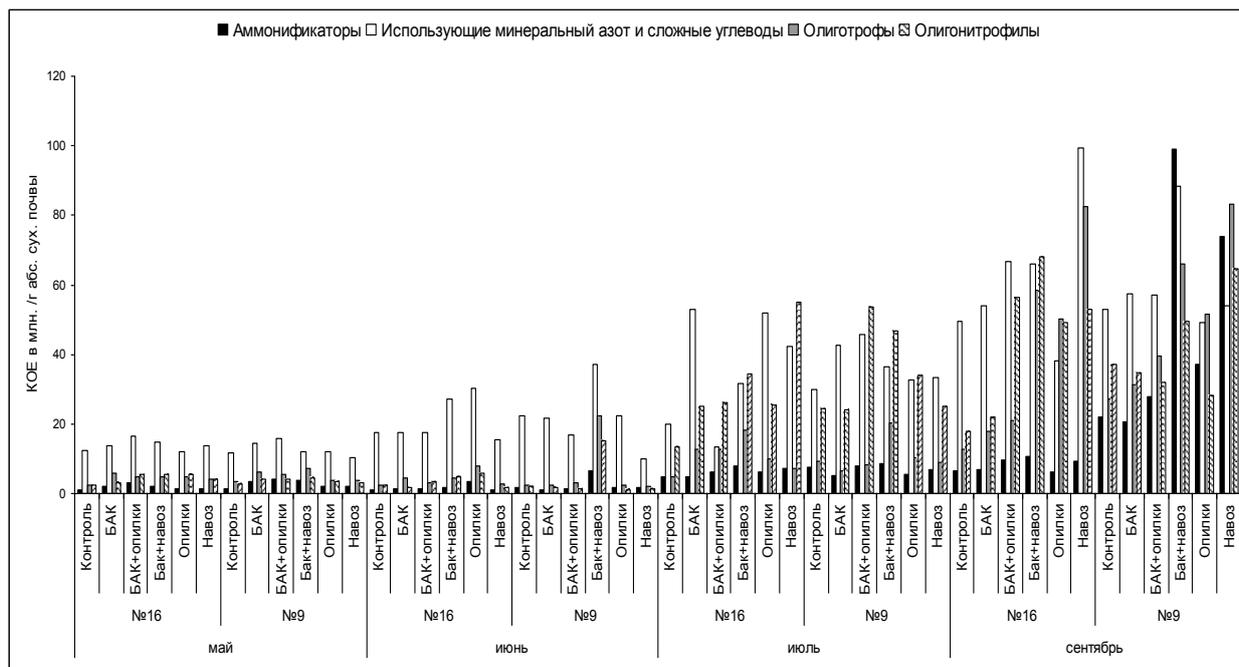


Рис. 2. Сезонная динамика численности ЭКТГМ в верхнем слое ТПО (0–10 см) отвалов с нанесением ПСП (№9) и без нанесения ПСП (№16) в экспериментах с микробиологической рекультивации

К сентябрю численность гетеротрофной микрофлоры значительно возросла по сравнению с началом сезона, особенно на отвале с ПСП, где максимально увеличивается численность всех ЭКТГМ в вариантах «БАК+навоз» и «Навоз». На отвале без ПСП численность гетеротрофной микрофлоры выше контроля в 1,5–6 раз в вариантах БАК в сочетании с дополнительными источниками органического вещества и с навозом. Внесение одного бакпрепарата не дало положительного эффекта для микробного комплекса.

Во всех вариантах эксперимента наблюдалось увеличение фитомассы тестовых травянистых растений (рис. 3). На отвале с ПСП создаются лучшие условия по обеспеченности питательными веществами и азотом для произрастания растений, при этом максимальное увеличение продуктивности отмечено в варианте «БАК+навоз». Актуальная продуктивность почвогрунтов без ПСП выше в вариантах «БАК+навоз» и «Навоз». Общая численность гетеротрофной микрофлоры хорошо коррелирует с запасам фитомассы ($r=0,59-0,84$), а количество аммонификаторов имеет более тесную связь с запасами клевера и горчицы ($r=0,68-0,83$).

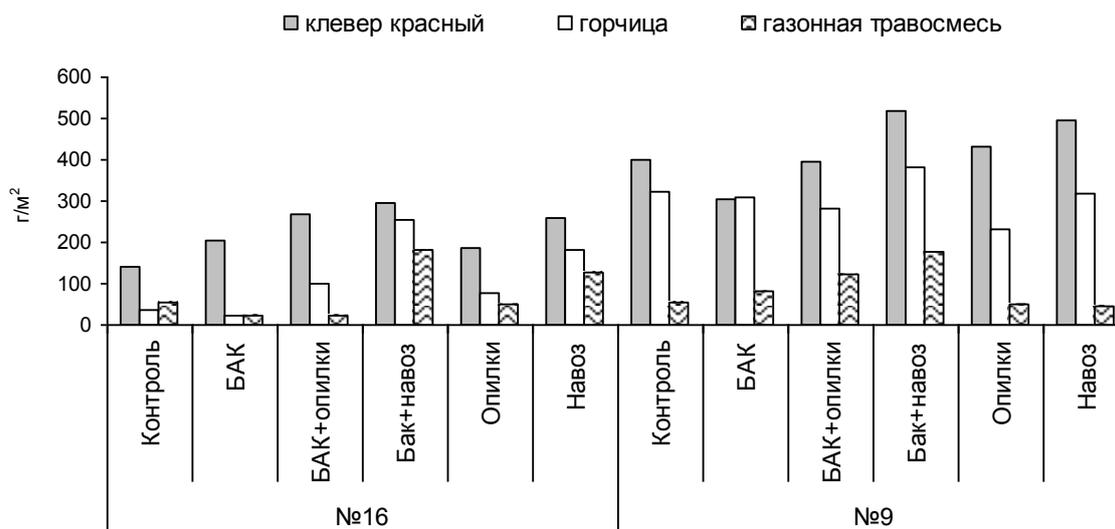


Рис. 3. Запасы надземной фитомассы на отвалах с нанесением ПСП (№9) и без нанесения ПСП (№16) в экспериментах с микробиологической рекультивацией

Заключение

Изучена сезонная динамика численности эколого-трофических групп микроорганизмов в экспериментах с внесением бакпрепарата и дополнительных источников органического вещества (опилки и навоз) на двух пятилетних отвалах с нанесением ПСП и без. Показано, что сразу после внесения бакпрепарата и дополнительных источников органического вещества увеличивается численность гетеротрофной микрофлоры. В середине вегетационного периода эффект от рекультивационных мероприятий на участке с ПСП несколько сглаживается, но достигает максимума к концу сезона. Прослеживается тенденция максимального увеличения численности гетеротрофной микрофлоры на обоих отвалах при внесении БАК в сочетании с дополнительными источниками органического вещества и с навозом. Общая численность гетеротрофной микрофлоры и количество аммонификаторов хорошо коррелируют с данными по запасам фитомассы травянистых растений. Полученные результаты показывают недостаток органического вещества для развития микробного комплекса на отвалах без ПСП. Внесение бакпрепарата эффективно в сочетании с органическими удобрениями и может быть рекомендовано для улучшения плодородия почвогрунтов отвалов Бородинского бурогольного разреза.

Литература

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
2. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. Сезонная динамика развития микробсообществ и комплексов беспозвоночных на отвалах вскрышных пород Бородинского бурогольного разреза (КАТЭК) / А.В. Богородская [и др.] // География и природные ресурсы. – 2010. – №4. – С. 36–45.
4. Горлов В.Д., Лозановская И.Н. Биолого-экологические критерии рекультивации земель и их эффективность // Почвоведение. – 1984. – № 10. – С. 83–90.
5. Звягинцев Д.Г. Строение и функционирование комплекса почвенных микроорганизмов // Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. – М.: ГЕОС. – 1999. – С. 101–112.
6. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
8. Моторина Л.В. Основные направления научных исследований по рекультивации земель в Подмосковном бурогольном бассейне // Научные основы охраны природы. – М.: Наука, 1973. – С. 86–103.
9. Микробные ценозы техногенных экосистем Сибири / Н.М. Наплекова [и др.]. // Техногенные экосистемы: организация и функционирование. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 38–69.

10. Полевая геоботаника. – М.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 39–62.
11. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Почвенно-географическое районирование западного участка КАТЭКа // География и природные ресурсы. – 1982. – №2. – С.32–38.
12. Черепнин Л.М. Флора южной части Красноярского края. – Красноярск: Изд-во КГПИ, 1957; 1967. – Т.1–6.
13. Шугалей Л.С., Яшихин Г.И., Дмитриенко В.К. Биологическая рекультивация нарушенных земель КАТЭКа. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1996. – 186 с.
14. Methods in soil biology / F. Schiner [et al.]. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 426 p.



УДК 911.2.915

В.Н. Жуланова, С.В. Александрова, В.В. Чупрова

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ТУВЫ (МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД)

В статье обосновывается методический подход к созданию информационной базы данных «Агропочвы Тувы». База данных содержит данные исследований по 22 реперным участкам агроэкологического мониторинга агрохимической службы «Тувинская», расположенных на земледельческой территории Республики Тыва. Приведены схема структуры базы данных, запросы и отчетные формы.

Ключевые слова: база данных, информация, мониторинг, почва, земледельческая территория, Республика Тыва.

V.N. Zhulanova, S.V. Aleksandrova, V.V. Chuprova

CREATION OF THE INFORMATION DATABASE FOR AGROECOLOGICAL MONITORING OF THE REFERENCE PLOTS IN TUVA (METHODICAL APPROACH)

Methodical approach to creation of the information database « Tuva Agrosoils » is substantiated in the article. The database contains the research data on 22 reference plots of agroecological monitoring of the agrochemical service "Tuvinskaya", that are located on the agricultural territory of the Republic of Tuva. The database structure scheme, inquiries and report forms are given.

Key words: database, information, monitoring, soil, agricultural territory, the Republic of Tuva.

Сегодня информатизация коснулась всех сторон жизни, в том числе и в почвенных исследованиях. Собранные исследователями полевые, лабораторно-аналитические материалы достигают больших объемов. Поэтому требуется создание не только отдельных моделей или комплексов моделей параметров изучаемых объектов [7], но и создание единых информационных исследовательских и управленческих систем. Это неоднократно, было высказано в различных формах в работах исследователей–почвоведов [2; 8]. Почвенным институтом им. В.В. Докучаева, научно-исследовательскими институтами СО РАСХН и другими научными коллективами осуществлен целый ряд достаточно удачных экспериментов в этой области. Например, База данных почвенного покрова для земельного тематического картографирования [5]; автоматизированная система классификации почв [6]; база данных «Растения Республики Тыва» (более 5 тыс. видов) [4]; база данных автоматизированная электронная система (АЭС), которая позволяет оценить 1 га почвы и общую стоимость земельного участка [12; 13] и др.

Развитие вычислительной техники, особенно бурное в последние два десятилетия, повлекло за собой возможность автоматизировать сложный, рутинный процесс сбора, накопления и обработки большого количества данных различного типа. В сфере информационного обеспечения появляется большое количество систем ведения информации, начиная со сбора и кончая сложнейшими математическими расчетами. Концепция баз данных стала определяющим фактором при создании эффективных систем автоматизированной обработки информации.

При всей развитости сферы систем управления не нужно забывать, что это только «оболочки», которые позволяют «облегчить жизнь» исследователю, и только он может наполнить их конкретным смыслом. Поэтому, и в российской, и в зарубежной литературе просматривается мысль о том, что слабым местом во многих готовых системах оказывается структура базы данных [3; 10]. Основная проблема проектирования