

ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ПАЛЕОКРИОГЕННОГО МИКРОРЕЛЬЕФА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАКАЗНИКА «КАМЕННАЯ СТЕПЬ»

© 2010 Л.А. Иванникова^{1,2}, А.Г. Кондрашин², В.М. Алифанов^{1,2}, Л.А. Гугалинская^{1,2},
А.Ю. Овчинников¹, Д.А. Попов¹, И.М. Вагапов²

¹ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино

² Пущинский государственный университет

Поступила в редакцию 07.05.2010

Показано, что наиболее отчетливо разницу между черноземами на блоках и в межблочных понижениях микрорельефа характеризует показатель относительного количества углерода микробной биомассы, выраженный в процентах от содержания $C_{орг}$. В межблочных понижениях в верхней части гумусовых горизонтов относительное количество микробной биомассы в степных почвах в 3-5 раз больше, а в нижней части профилей этих почв, наоборот, существенно меньше (примерно в 2 раза), чем в пахотном черноземе. На блоках во всех горизонтах почв степных участков относительная активность микроорганизмов существенно выше, чем в пахотном черноземе. Корреляционный анализ взаимосвязи различных физико-химических характеристик почв с показателями биологической активности показал, что наиболее тесная положительная связь количества выделяемого $C - CO_2$ отмечается с содержанием углерода и калия, коэффициенты корреляции которых составляют 0,82-0,83 и 0,47-0,51. Факторный анализ показателей только гумусовых горизонтов по всем исследованным почвам Каменной степи показал, что наиболее весомым фактором (36,4%) их формирования является литогенный (определяется составом почвенного поглощающего комплекса), второй фактор связан с биологическими процессами (25,2%), третий фактор связан с микрорельефом (20,5%). Все показатели значимы при $P < 0,05$.

Ключевые слова: *биологическая активность почв, палеокриогенез чернозёмов, показатели биологической активности почв*

Изучение закономерностей формирования почвенных свойств необходимо для понимания и оценки биосферных функций почвенного покрова [7, 8]. Различными исследованиями показано, что общая биологическая активность почв, количество микробной биомассы и ее структура зависят от температуры, влажности окружающей среды и количества доступного органического вещества [6, 15, 21]. Показатели, связанные с напряженностью биологических процессов, имеют ярко выраженную дифференциацию

по профилю, при этом создаются присущие каждому типу почв экологические градиенты [19, 22]. По мере удаления от поверхности в профиле почв снижаются количество органического вещества и биологическая активность, изменяется состав почвенной микрофлоры [5, 17, 20, 23, 25]. Неоднородность свойств почв, определяемая микрорельефом, в первую очередь влияет на характер горизонтального переноса влаги вместе с растворенными в ней элементами или взвешенными частицами. Этот перенос, в свою очередь, может отражаться на педогенетических градиентах, продуктивности растительного покрова, количестве поступающего в почву органического вещества и биофильных элементов, приводя к изменению активности биологических процессов и физико-химических свойств почвы [13, 19].

Заказник «Каменная степь» как уникальный объект исследования вызывает значительный интерес исследователей, в частности, существует большое количество работ посвященных изучению биологической активности почв заказника. В этих работах приводятся результаты изучения влияния удобрений [4] и процессов гидроморфизма [10] на ферментативную активность почв. Исследовано влияние различных

Иванникова Людмила Алексеевна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник. E-mail: ljivan-nikova@rambler.ru

Кондрашин Александр Геннадьевич, аспирант. E-mail: soil_alexander@mail.ru

Алифанов Валерий Михайлович, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией «Экология почв». E-mail: alifanov_v@mail.ru

Гугалинская Любовь Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник. E-mail: gugali@rambler.ru

Овчинников Андрей Юрьевич, кандидат биологических наук, главный специалист. E-mail: ovchinnikov_a@inbox.ru

Попов Дмитрий Алексеевич, аспирант. E-mail: growerer@mail.ru

Вагапов Ильдар Махмудович, магистрант. E-mail: vagapovim@mail.ru

биоценозов на структуру и состав микробного сообщества почв [16]. Однако работ, посвященных профильному изменению респираторной активности и микробной биомассы в зависимости от микрорельефа на чернозёмах разного хозяйственного использования, крайне недостаточно.

Цель работы: изучение изменений по профилю биологических свойств черноземов в зависимости от микрорельефа и с учетом их хозяйственного использования; оценка структуры взаимосвязи различных свойств черноземов; выявление наиболее существенных факторов, влияющих на формирование *актуальных* свойств почвенного профиля на разных элементах микрорельефа.

Объекты и методы исследования. Заказник «Каменная степь» находится на юго-востоке Воронежской области. На территории заказника, как показали исследования В.М. Алифанова с соавторами [1-3], развит реликтовый палеокриогенный полигонально-блочный микрорельеф, представляющий собой сочетание блоков-повышений округлой и овально-вытянутой формы и разделяющих их межблочных понижений. Расстояние от центра одного блока-повышения до центра другого составляет 15-25 м, превышения блоков над межблочными понижениями составляют 10-30 см. Положение почв в комплексе элементов палеокриогенного микрорельефа (блок, склон блока, межблочье) заметно отражается в их морфологии. Каждому из компонентов комплекса соответствует свой тип профиля, определяемый наличием или отсутствием определенных генетических горизонтов, формой и степенью выраженности отдельных морфологических признаков и палеокриогенных образований. Разница в строении профиля может проявляться на уровне подтипа: на блоках развиты черноземы обыкновенные (черноземы сегрегационные), межблочные понижения занимают черноземы типичные (черноземы миграционно-мицелярные) [11, 12].

Изучение влияния микрорельефа на биологические свойства почв проводили на следующих участках: косимая степь, пашня, лесополоса. Разрезы-траншеи глубиной 2,5-3 м закладывались от центра блочного повышения до центра межблочного понижения, то есть через все элементы микрорельефа. Исследованы следующие разрезы: 9АГ-2007 – косимая степь Заповедника 1; 1А-2002 – косимая степь Заповедника 2; 1А-2000 – пашня; 5-2005 и 6-2005 – лесополоса. Из каждого генетического горизонта были отобраны смешанные образцы для дальнейшего анализа физико-химических и биологических свойств. Анализ физико-химических свойств почвы проводился химико-аналитической группой ИФХиБПП РАН с использованием традиционных методов. Подробное описание

почвенных разрезов и почвенных характеристик приведена в опубликованных материалах [1, 2, 14, 18, 24].

Биологическая активность (БА) определялась по количеству продуцируемого CO_2 при инкубации 100 г почвы в устройстве [5, 9], при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности 22% от веса воздушно сухой почвы, что составляет около 60% полной капиллярной влагоемкости. Непрерывная инкубация почвенных образцов продолжалась 50 суток. Полученная в результате эксперимента кумулятивная кривая общего количества CO_2 была использована для определения динамики интенсивности респирации, определения микробной биомассы по Дженкинсу и относительной величины БА.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 6.0. Для оценки тесноты и структуры взаимосвязи между физико-химическими и биологическими свойствами чернозема и выявлении наиболее существенных факторов, влияющих на формирование актуальных свойств почвенного профиля на разных элементах микрорельефа, использовались корреляционный и факторный анализ.

Результаты и их обсуждение. Одной из главных особенностей черноземов является наличие мощного гумусового горизонта А1 (до 50-60 и 40-50 см соответственно в пахотном черноземе и на остальных участках). При этом мощность гумусовых горизонтов, как и содержание органического углерода в них, в черноземах всех межблочных понижений заметно ниже, чем на блоках. В лесополосе межблочные понижения отличаются более высоким содержанием органического углерода в верхней части гумусового горизонта, где разница составляет примерно 1,5%. В гумусовом горизонте наблюдается наиболее быстрое уменьшение содержания органического углерода ($C_{\text{орг}}$) с глубиной с 4-4,5% до 2-3% в пахотном и с 7-13% до 1-3% на степных участках и в лесополосе. В переходных горизонтах скорость убыли органического углерода существенно снижается. При переходе к карбонатным горизонтам (примерно с глубины 100 см) его содержание составляет 0,3-0,6%. На глубине 110-120 см количество органического углерода везде резко снижается и, начиная со 150 см и до конца почвенного профиля, остается практически на постоянном уровне. На рисунке (1а-1б) показано сравнительное распределение $C_{\text{орг}}$ в профилях чернозема под пашней, на степных участках и в лесополосе, расположенных на блочных повышениях и межблочных понижениях.

Распределение респираторной активности по результатам измерения по профилям всех черноземов, расположенных на различных элементах микрорельефа, показано на рис. 2а-2б. Здесь представлены результаты определения

суммарного количества углерода, продуцируемого образцами почв различных горизонтов за 50 суток. Известно, что вместе с $C_{орг}$ вниз по профилю почв происходит, как правило, заметное снижение БА [17, 22].

В наших исследованиях количество $C-CO_2$, продуцируемого в верхних горизонтах пахотного чернозема, составляло 20-30 мг на 100 г почвы, а в лесополосе и на целине – 70-100 мг на 100 г почвы. В средней части профилей почв респираторная активность снижалась на порядок. В целом характер изменения БА в профилях различных почв, представленный суммой выделившегося $C-CO_2$ за весь 50-дневный период инкубации, соответствует содержанию в них органического вещества. Относительное количество углерода микробной биомассы (МБ), выраженное в процентах от содержания $C_{орг}$, представленное на рис. 3а-3б имело более рельефные отличия на различных элементах микрорельефа

всех черноземов. В большинстве случаев относительное количество МБ имеет тенденцию к увеличению с глубиной от 0,5 до 2-3%, за исключением самых верхних горизонтов разр. 1А-2002 на косой степи Заказника 2. Такая закономерность отмечается и в других исследованиях [13, 15, 17, 22], связанных с изучением БА профилей различных почв. При сравнении степных и пахотного черноземов отмечается, что на блочных элементах микрорельефа во всех горизонтах почв степных участков относительная активность микроорганизмов существенно выше, чем в пахотном черноземе. В межблочных понижениях в верхней части гумусовых горизонтов относительное количество МБ в 3-5 раз выше на степных участках, а в нижней части профилей этих почв МБ, наоборот, становится существенно меньше (примерно в 2 раза), чем пахотном черноземе.

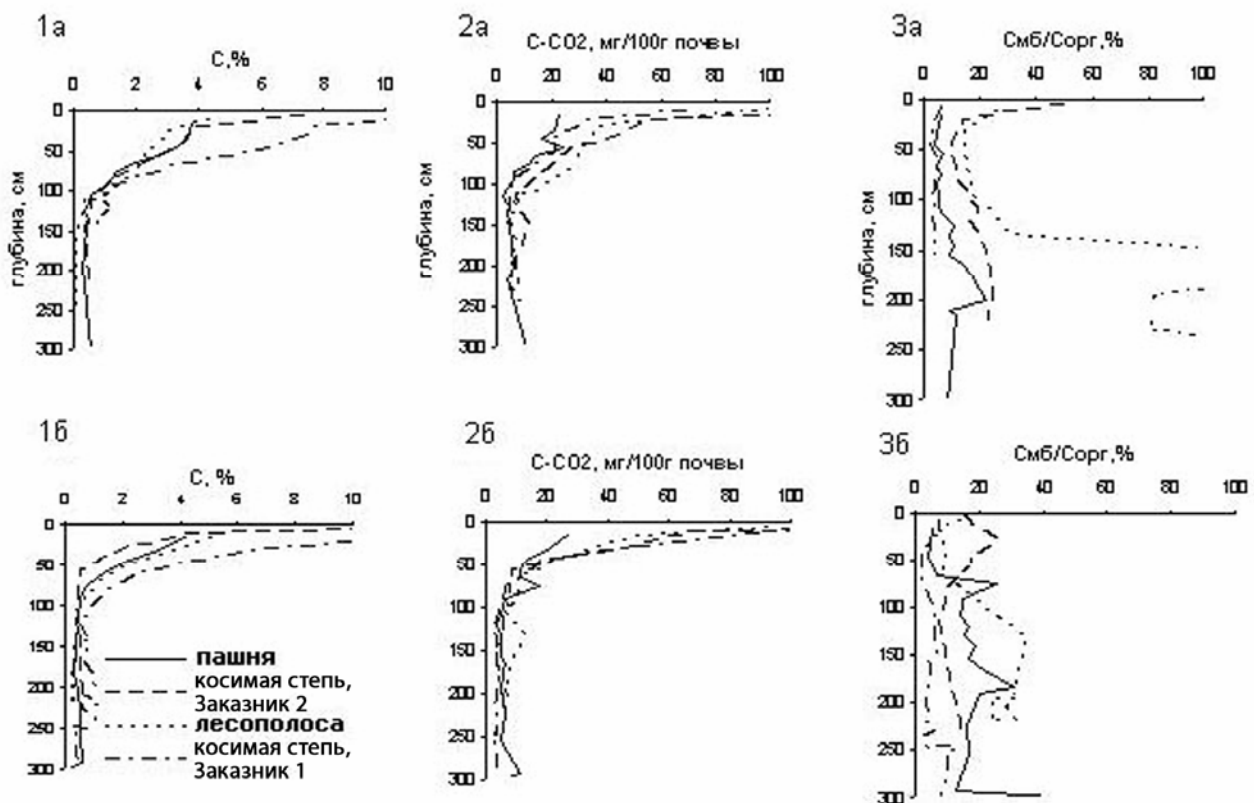


Рис. Содержание в профиле чернозема органического углерода (1а, 1б); продукции $C-CO_2$ (2а, 2б) и относительного количества углерода микробной биомассы (3а, 3б) соответственно на блоках и межблочьях

В лесополосе в нижней части профиля на блоке-повышении количество $C_{орг}$ почти на порядок меньше (0,05-0,07%), чем в соответствующих горизонтах почвы в межблочном понижении (0,2-0,3%). По количеству же образующегося CO_2 эта часть профиля на разных элементах микрорельефа различается в значительно меньшей степени. В связи с этим относительная БА, определяемая как отношение углерода $C_{мб}$ к $C_{орг}$

на блоке значительно увеличивается в нижней части профиля, достигая 10% и более, в то время как в межблочье не превышает 3,5%. Корреляционный анализ взаимосвязи различных физико-химических свойств с показателями БА в почвенных профилях, заложенных на участках с различным использованием на разных элементах микрорельефа, показал, что наиболее тесная положительная связь количества выделяемого

C–CO₂ и, соответственно C_{мб} отмечается с содержанием углерода и калия (таблица), коэффициенты корреляции которых составляют 0,82-0,83 и 0,47-0,51. Среди других свойств почвы на эти показатели существенное отрицательное влияние оказывают значения рН, содержание

карбонатов, мощность профиля и характер использования участков с разрезами. Относительная БА (C_{мб}/C_{орг}) кроме обменных натрия и калия имеет достоверную, хотя и менее выраженную, связь со всеми другими показателями.

Таблица. Коэффициенты корреляции между показателями БА, характером использования, микрорельефом и физико-химическими характеристиками почв

| Показатели БА | Характер использования и физико-химические показатели | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------------|-------------|-------|----------|--------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| | глубина, см | использование | микрорельеф | C, % | рН (сол) | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | CO ₂ карб, % |
| | | | | | | мг-экв/100 г почвы | | | | |
| C–CO ₂ | 0,58* | 0,28* | 0,00 | 0,83* | 0,45* | 0,23* | 0,14 | 0,06 | 0,59* | 0,47* |
| C _{мб} | 0,58* | 0,21* | 0,09 | 0,82* | 0,39* | 0,23* | 0,14 | 0,05 | 0,69* | 0,51* |
| C _{мб} /C _{орг} | 0,25* | 0,27* | 0,18* | 0,24* | 0,28* | 0,26* | 0,51* | 0,06 | 0,15 | 0,18* |

*Достоверные при p<0.05, N=125

При использовании корреляционного анализа акцент делается на выявление весомости каждого признака, воздействующего на результат. Однако существует и другой подход к исследованию структуры взаимодействия различных свойств почв, который развивается в рамках факторного анализа, особенно в случае, если проводятся исследования многомерных объектов [13, 23]. Целью факторного анализа является обобщение исходной информации путем выражения большого числа рассматриваемых признаков через меньшее число более емких внутренних факторов, которые не поддаются непосредственному измерению. Для факторного анализа было выбрано 10 почвенных характеристик черноземов, распределенных по соответствующим горизонтам на блоках-повышениях и межблочных понижениях. При раздельном анализе каждого участка оценка методом главных компонент показывает, что корреляционные нагрузки распределились в основном по трем факторам. В пахотной почве нагрузка на первый фактор составляет 51,4%, на второй и третий 17,5 и 16,3% соответственно. На участке косимой степи Заказника 2 на долю первого фактора приходилось 53,1% а на остальные 17,1% и 14,1%. Близкое распределение факторов отмечалось и под лесополосой (49%, 22,5% и 15,5%).

Группировка и ориентация слева во всех случаях таких показателей, как C_{орг}, C–CO₂ и обменного калия показывает их тесную связь между собой и единую биологическую природу распределения, таким образом, первый фактор определяется как биологический. С правой стороны концентрируются показатели второго фактора, такие как рН и CO₂ карбонатов, которые имеют достаточно выраженное распределение по глубине. Второй фактор в большинстве случаев

связан с обменными основаниями (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺) и, предположительно, может объясняться характером почвенного поглощающего комплекса, имеющего, как правило, литогенную природу. Третий фактор на пашне и в лесополосе достоверно связан с микрорельефом. При учете в факторном анализе образцов только гумусовых горизонтов по всем исследованным почвам Каменной степи более четко выявляется связь микрорельефа с такими показателями, как рН и CO₂ карбонатов. При этом наиболее весомый фактор (36,4%) определяется составом почвенного поглощающего комплекса, второй фактор связан с биологическими процессами (25,2%), третий фактор связан с микрорельефом и кислотно-основными свойствами почв (20,5%). При этом все показатели значимы при P<0,05.

Выводы:

1. Показатели биологической активности позволяют получить дополнительную характеристику биологической составляющей почвообразовательного процесса и позволяют, по сравнению с распределением общего углерода, выделить аномальные зоны, связанные не только с глубиной залегания почвенных горизонтов, но и с другими факторами почвообразования.

2. Сравнительный анализ биологической активности пахотного чернозема и черноземов на косимой степи показал, что длительное сельскохозяйственное использование в условиях опытного хозяйства в меньшей степени отражается на изменении биологических свойств профиля чернозема, расположенного на повышенных (блочных) элементах микрорельефа, чем в почвах межблочных понижений. Напряженность биологических процессов и ее дифференцирование по профилю почвы в первую очередь связаны с количеством и качеством C_{орг}, но, по

сравнению с $S_{орг}$, имеют более быстрые темпы снижения с глубиной. В профилях черноземов на косимой степи и в лесополосе превосходящая по сравнению с пахотным участком активность биологических процессов отмечается в основном в гумусовых горизонтах, что, вероятно, объясняется поступлением в них большего количества растительных остатков.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 08-04-00331), Программы Президиума РАН (№15), Программы «Научный потенциал высшей школы», код 1109

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алифанов, В.М. Палеогидроморфизм, палеокриогенез и морфолитопедогенез черноземов / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская // Почвоведение. – 2005. - № 3. – С. 309-315.
2. Алифанов, В.М. Палеокриогенные особенности морфогенеза черноземов Каменной степи / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, Р.А. Антошечкина, Е.А. Черепянова // Почвоведение. – 2001. - № 8. – С. 909-917.
3. Алифанов, В.М. Современные и палеоэкологические условия формирования и функционирования черноземов Каменной степи / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, А.Ю. Овчинников и др. // Проблемы региональной экологии. – 2008. - № 5. – С. 91-96.
4. Воронин, А.А. Влияние длительного применения удобрений на ферментативную активность чернозёма обыкновенного в Каменной степи / А.А. Воронин, Н.А. Протасова, Н.С. Беспалова // Чернозёмы России: экологическое состояние и современные почвенные процессы: материалы Всероссийской конференции, под ред. Д. И. Щеглова. – 2006. – 334 с.
5. Гугалинская, Л.А. Педоциклиты серой лесной и погребенной брянской почв Владимирского ополья и биологические методы их диагностики / Л.А. Гугалинская, Л.А. Иванникова, В.М. Алифанов, Н.А. Антошечкина // Почвоведение. – 2001. - № 10. – С. 1157-1169.
6. Девятова, Т.А. Влияние гидроморфизма на биологическую активность черноземов центра русской равнины / Т.А. Девятова, Д.И. Щеглов, Н.В. Безлер, Н.А. Антонюк // Биосферные функции почвенного покрова. – Пуццо, 2005. – С. 26-27.
7. Добровольский, Г.В. Значение почв в сохранении биоразнообразия // Почвоведение. – 1996. - № 6. – С. 694-698.
8. Заварзин, Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. – М.: Наука, 2004. – 348 с.
9. Иванникова, Л.А. Способ определения кинетики минерализации органического вещества почвы. Патент 1806375. СССР. Заявл. 8.04.91. № 4926436.
10. Кашкина, Е.М. Влияние гидроморфизма на ферментативную активность почв федерального полигона «Каменная степь» / Е.М. Кашкина, Н.А. Протасова, А.А. Воронин // Чернозёмы России: экологическое состояние и современные почвенные процессы: материалы Всероссийской конференции, под ред. Д. И. Щеглова. – 2006. – 334 с.
11. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 343 с.
12. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 220 с.
13. Княжнева, Е.В. Пространственная неоднородность уровня плодородия выщелоченного чернозема в пределах поля / Е.В. Княжнева, С.М. Надежкин, А.С. Фрид // Почвоведение. – 2006. - № 9. – С. 1120-1129.
14. Овчинников, А.Ю. Палеокриогенез как фактор дифференциации современных почв и почвенного покрова центра Восточно-европейской равнины. // Автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 2009. – 24 с.
15. Полянская, Л.М. Репрезентативность данных о структуре микробных сообществ / Л.М. Полянская, В.В. Гейдебрект, И.Ю. Чернов и др. // Почвоведение. – 2005. - № 1. – С. 92-97.
16. Стахурлова, Л.Д. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах / Л.Д. Стахурлова, И.Д. Свистова, Д.И. Щеглов // Почвоведение. – 2007. - №6. – С. 769-774.
17. Agnelli, A. Distribution of microbial communities in a forest soil profile investigated by microbial biomass, soil respiration and DGGE of total and extracellular DNA / A. Agnelli, J. Ascher, G. Corti et al. // Soil Biology and Biochemistry. – 2004. – V. 36, № 5. – P. 859-868.
18. Alifanov, V.M. Effect of paleocryogenesis on the soil cover pattern and properties of chernozems in the Kamennaya Steppe Reserve / V.M. Alifanov, L.A. Gugalinskaya, L.A. Ivannikova, A.Yu. Ovchinnikov // Eurasian Soil Science. – 2008. – V.41, №.13. – P.1356-1365.
19. Allison, V.J. Using landscape and depth gradients to decouple the impact of correlated environmental variables on soil microbial community composition / V.J. Allison, Z. Yermakov, R.M. Miller et al // Soil Biology and Biochemistry. – 2007. – V. 39. – P. 505-516.
20. Castellazzi, M.S. Distribution of microbial biomass down soil profiles under regenerating woodland / M.S. Castellazzi, P.C. Brookes, D.S. Jenkinson // Soil Biology and Biochemistry. – 2004. – V. 36. – P. 1485-1489.
21. Fang, C. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature / C. Fang, J.B. Moncrieff // Soil Biology and Biochemistry. – 2001. – V. 33. – P. 155-165.
22. Fritze, H. Distribution of microbial biomass and phospholipids fatty acids in Podzol profiles under coniferous forest / H. Fritze, J. Pietikäinen, T. Pennanen // European Journal of Soil Science. – 2000. – V. 51. – P. 565-573.
23. Goberna, M. Surface and subsurface organic carbon, microbial biomass and activity in a forest soil sequence / M. Goberna, J. Sanchez, J.A. Pascual, C. Garcia // Biology and Biochemistry. – 2006. – V. 38. – P. 2233-2243.
24. Ivannikova, L.A. Biological activity of chernozem on different elements of microtopography / L.A. Ivannikova, V.M. Alifanov, L.A. Gugalinskaya // Eurasian Soil Science. – 2008. – V.41, №.13. – P. 1456-1462.
25. Potthoff, M. Soil microbial community composition as affected by restoration practices in California grassland / M. Potthoff, K.L. Steenwerth, L.E. Jackson et al. // Soil Biology and Biochemistry. – 2006. – V. 38. – P.1851-1860.

**INFLUENCE OF LAND-USE AND PALEOCRYOGENIC MICRORELIEF ON
BIOLOGICAL PROPERTIES OF BLACK EARTH FROM THE PROTECTION
REGIME «STONE STEPPE»**

© 2010 L.A. Ivannikova^{1,2}, A.G. Kondrashin², V.M. Alifanov^{1,2}, L.A. Gugalinskaya^{1,2},
A.Yu. Ovchinnikov¹, D.A. Popov¹, I.M. Vagapov²

¹ Institute of Physical-chemical and Biological Problems of Agrology RAS, Pushchino

² Pushchino State University

It is shown, that most distinctly the difference between black earth on blocks and in interblock lowerings of microrelief is characterized with a parameter of relative quantity of carbon in the microbial biomass, expressed in percentage of contents C_{opr}. In interblock lowerings in the upper part of humic horizons the relative quantity of microbial biomass in steppe soils is 3-5 times more, and in the bottom part of profiles of these soils, on the contrary, is essential less (approximately in 2 times), than in arable black earth. On blocks in all horizons of steppe sites soils relative activity of microorganisms essentially above, than in arable black earth. The correlation analysis of interrelation of various physical and chemical characteristics of soils with parameters of biological activity has shown, that the closest positive connection of quantity allocated C-CO₂ is marked with the contents of carbon and potassium which factors of correlation make 0,82-0,83 and 0,47-0,51. Factor analysis of parameters only humic horizons on all researched soils in "Stone steppe" has shown, that the most powerful factor (36,4%) of their formations is lithogenic (it is determined by a compound of edaphic absorbing complex), the second factor is connected with biological processes (25,2%), the third factor is connected with a microrelief (20,5%). All parameters are significant at P < 0,05.

Key words: *biological activity of soils, paleocryogenesis, black earth, parameters of soils biological activity*

*Lyudmila Ivannikova, Candidate of Biology, Associate Professor,
Senior Research Fellow. E-mail: ljuivannikova@rambler.ru*

*Alexander Kondrashin, Post-graduate Student. E-mail:
soil_alexander@mail.ru*

*Valeriy Alifanov, Doctor of Biology, Professor, Chief of the
Laboratory "Soils Ecology". E-mail: alifanov_v@mail.ru*

*Lyubov Gugalinskaya, Doctor of Biology, Professor, Leading
Research Fellow. E-mail: gugali@rambler.ru*

*Andrey Ovchinnikov, Candidate of Biology, Main Specialist.
E-mail: ovchinnikov_a@inbox.ru*

Dmitriy Popov, Post-graduate Student. E-mail: growerer@mail.ru

Ildar Vagapov, Student. E-mail: vagapovim@mail.ru