

УДК 577.4+631.411

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАКАЗНИКА «КАМЕННАЯ СТЕПЬ» НА РАЗНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПАЛЕОКРИОГЕННОГО МИКРОРЕЛЬЕФА В УСЛОВИЯХ РАЗНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

© 2012 А.Г. Кондрашин<sup>1</sup>, В.М. Алифанов<sup>1,2</sup>, Л.А. Гугалинская<sup>1,2</sup>, А.Ю. Овчинников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
г. Пущино

<sup>2</sup> Пущинский государственный естественно-научный институт

Поступила в редакцию 11.05.2012

Показано, что пространственная изменчивость биологических свойств почв заказника «Каменная степь», характеризующих биологическую активность, органическое вещество почвы и микробную биомассу, обусловлена влиянием реликтового криогенного микро рельефа. В условиях разного землепользования (пашня, косимая степь, лесная полоса) различия биологических свойств почв, сформированных на разных элементах микро рельефа (блок, межблочье), увеличиваются при снижении антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: чернозём, биологические свойства почв, палеокриогенез, микро рельеф, землепользование

Известно, что почвообразующие породы (покровные лессовидные суглинки), на которых сформировались современные почвы центра Восточно-Европейской равнины, в том числе рассматриваемые черноземы заказника «Каменная степь»), в конце позднего плейстоцена пережили период криогенеза [1, 6, 7]. В почвообразующих породах заказника «Каменная степь» практически повсеместно нами были выявлены палеокриогенные образования, сформированные в ледниковое время [4, 5]. В опубликованных материалах, касающихся морфологических, физико-химических, физических и других характеристик черноземов заказника, показана изменчивость этих характеристик на уровне почвенного подтипа в почвах разных элементов палеокриогенного микро рельефа [2, 3, 12]. Однако роль палеокриогенного микро рельефа в пространственной изменчивости одного из наиболее важных факторов почвообразования – биотического (а именно биологических свойств почв), оставалась не изученной.

**Объекты и методы.** В Воронежской области на территории заказника «Каменная степь» (51°01'24.23" с.ш., 40°42'53.99" в.д.) изучали влияние палеокриогенного микро рельефа на изменчивость биологических свойств почв в условиях разного землепользования на трёх участках – «Пашня», «Косимая степь» и «Лесополоса». Эти участки отличаются типом растительности (культурная, травянистая, древесная) и наличием или отсутствием антропогенного влияния (распашка, сенокосение).

Кондрашин Александр Геннадьевич, инженер. E-mail: soil\_alexander@mail.ru

Алифанов Валерий Михайлович, доктор биологических наук, профессор. E-mail: alifanov\_v@mail.ru

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

Овчинников Андрей Юрьевич, кандидат биологических наук. E-mail: vchinnikov\_a@inbox.ru

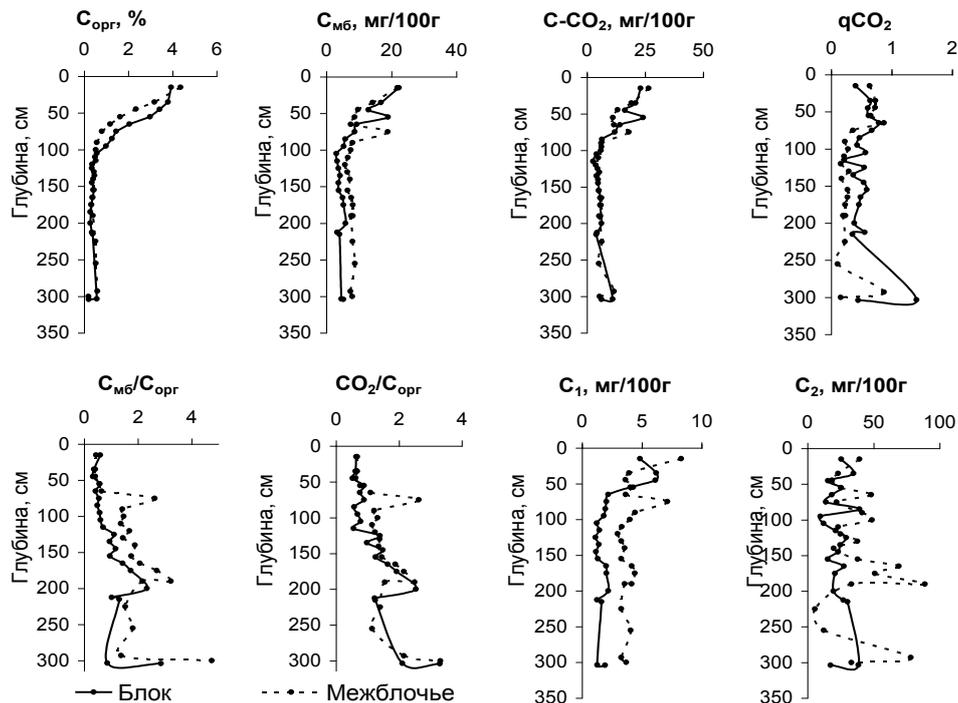
Изучаемые нами биологические свойства почв мы разделили на: свойства микробной биомассы, свойства органического вещества почвы и биологическую активность почв. Свойства микробной биомассы отражают состав, размер и активность почвенной микробиоты. В наших исследованиях измеряли содержание углерода микробной биомассы ( $C_{mb}$ ), базальное (микробное) дыхание ( $V_{basal}$ ) и метаболический коэффициент ( $qCO_2$ ), отражающий степень стресса, испытываемого микробиотой. К свойствам ОргВП мы отнесли его количественные и качественные показатели. Основными из них мы считаем мощность гумусового горизонта, содержание и распределение в почвенном профиле органического углерода ( $C_{org}$ ), фракций потенциально- ( $C_0$ ), легко- ( $C_1$ ), и среднеминерализуемого органического углерода ( $C_2$ ). Содержание  $C_{mb}$  мы выделяем как отдельный показатель в связи с тем, что углерод микробной биомассы представлен живыми микроорганизмами.

Под биологической активностью (БА) мы, вслед за Д.С. Орловым, понимаем интенсивность протекающих в ней биологических процессов [11]. Биологическую активность измеряли кинетическим методом определения продуцирования  $CO_2$ , разработанным Л.А. Иванниковой [8, 9]. Метод позволяет разрабатывать кинетические модели минерализации органических веществ в почвах, что, в свою очередь, позволяет определять различные по скорости метаболизма пулы (фракции) эндогенного и экзогенного органического вещества [10].

**Результаты исследования.** Биологические свойства черноземов участка «Пашня», расположенных на разных элементах микро рельефа, значительно изменяются с глубиной (рис. 1). Распределение  $C_{org}$  носит аккумулятивный характер

с максимумом в горизонте А1. При этом в верхней части гумусового горизонта почвы межблочья содержание  $C_{орг}$  несколько больше (4,3%) по

сравнению с почвой на блоке (3,9%), но снижение его с глубиной происходит заметно быстрее.



**Рис. 1.** Ключевой участок «Пашня». Биологические свойства чернозёмов в зависимости от положения в микрорельефе (блок, межблочье). Заказник «Каменная степь»

Содержание  $C_{мб}$  в верхней части гумусовых горизонтов почв блока и межблочья на пашне, по-видимому, за счёт длительной механической обработки в процессе распашки, практически не различается (см. рис. 1) и характеризуется крайне низкими значениями (в 4-6 раз ниже, чем на других участках «Каменной степи»). Чернозёмы ключевого участка «Пашня» (см. рис. 1) отличаются крайне низким содержанием фракции  $C_1$  и  $C_{мб}$ , что характерно для почв агроценозов. Тем не менее, содержание фракции  $C_1$  в почве межблочного понижения практически во всём профиле выше (почти вдвое), чем в профиле почвы блока. Значения  $qCO_2$  могут служить индикатором хода экологической сукцессии наземной экосистемы [13]. Чем выше значения  $qCO_2$ , тем большему стрессу подвержена почвенная микробиота и тем менее устойчива в ней микробная биомасса. Наши результаты (см. рис. 1) показывают, что самые высокие значения  $qCO_2$  приходятся на глубину залегания погребённой почвы. В целом значения  $qCO_2$  почвы блока достоверно ( $P > 0,05$ ) выше значений почвы межблочья.

Показатели, характеризующие биологические свойства почв, подтверждают морфологическую разницу чернозёмов, сформированных на блоке и межблочье ключевого участка «Косиная степь» (рис. 2). В верхней части гумусового горизонта почвы межблочья содержание  $C_{орг}$  несколько меньше (4,5%) по сравнению с почвой на блоке (4,9%). Судя по профильному распределению  $C_{орг}$  гумусовый горизонт в почве на блоке на 60-70 см

мощнее, чем в межблочье, однако морфологически эта разница составляет всего 35 см.

Характер изменения БА, представленной как сумма выделившегося  $C-CO_2$  за весь 50-дневный период инкубации (см. рис. 2), показывает, что гумусовый горизонт почвы межблочья отличается меньшей БА по сравнению с гумусовым горизонтом блока. При этом в гумусовом горизонте почвы межблочного понижения происходит более быстрое снижение БА с глубиной.

Основные различия в содержании  $C_{орг}$  в чернозёмах на разных элементах микрорельефа ключевого участка «Лесополоса» (рис. 3) сосредоточены в гумусовых горизонтах. Так в верхней части гумусового горизонта межблочья значения  $C_{орг}$  достигают 6,0%, а в почве блока – 4,2%. Однако в почве межблочья содержание  $C_{орг}$  быстрее снижается с глубиной. Содержание фракций  $C_1$  и  $C_2$  сильно различается в зависимости от микрорельефа (см. рис. 3). В верхней части гумусового горизонта почвы блока преобладает фракция  $C_1$  (содержание в 1,5 раза больше, чем в почве межблочья), а в гумусовом горизонте почвы межблочья несколько (на 20%) преобладает фракция  $C_2$ . Максимумы значений  $C_{мб}/C_{орг}$  в профиле почвы блока повышения приходятся на горизонты  $B_2$ ,  $B_3$  и погребённую почву. На этих же глубинах увеличивается содержание фракции  $C_1$ . На глубине 170 см в погребённой почве профиля блока увеличивается содержание фракции  $C_2$ ; повышается содержание поглощённого  $Mg^{2+}$  и уменьшается содержание  $CO_2$  карбонатов.

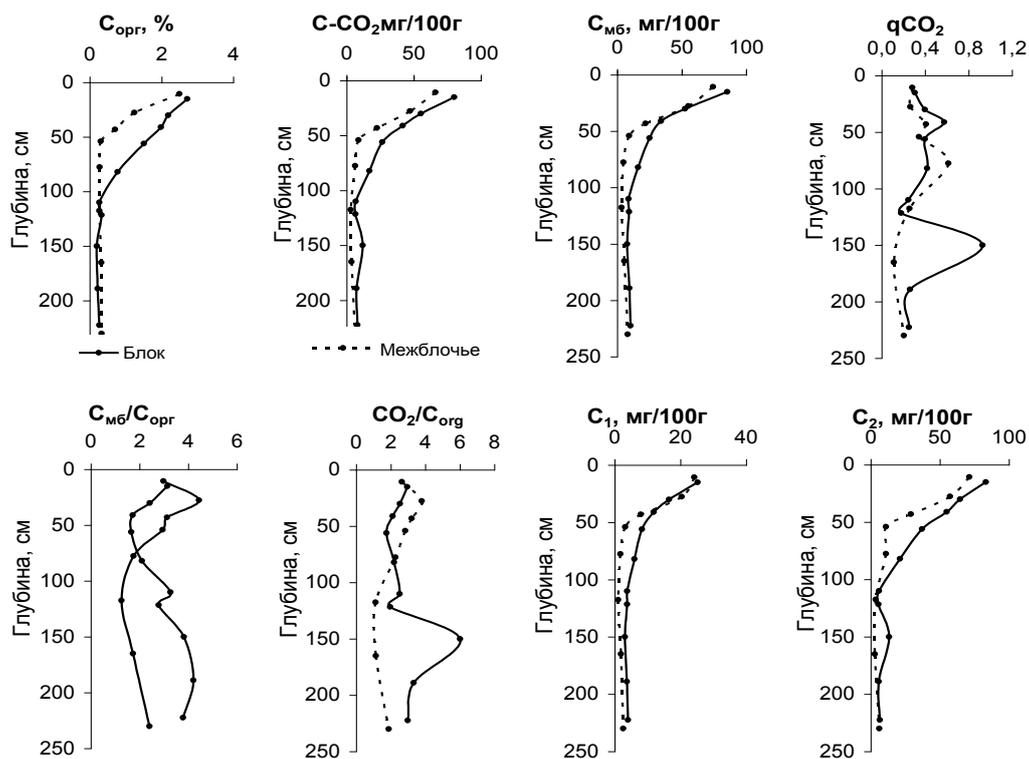


Рис. 2. Ключевой участок «Коси́мая степь». Биологические свойства чернозёмов в зависимости от положения в микрорельефе (блок, межблочье). Заказник «Каменная степь»

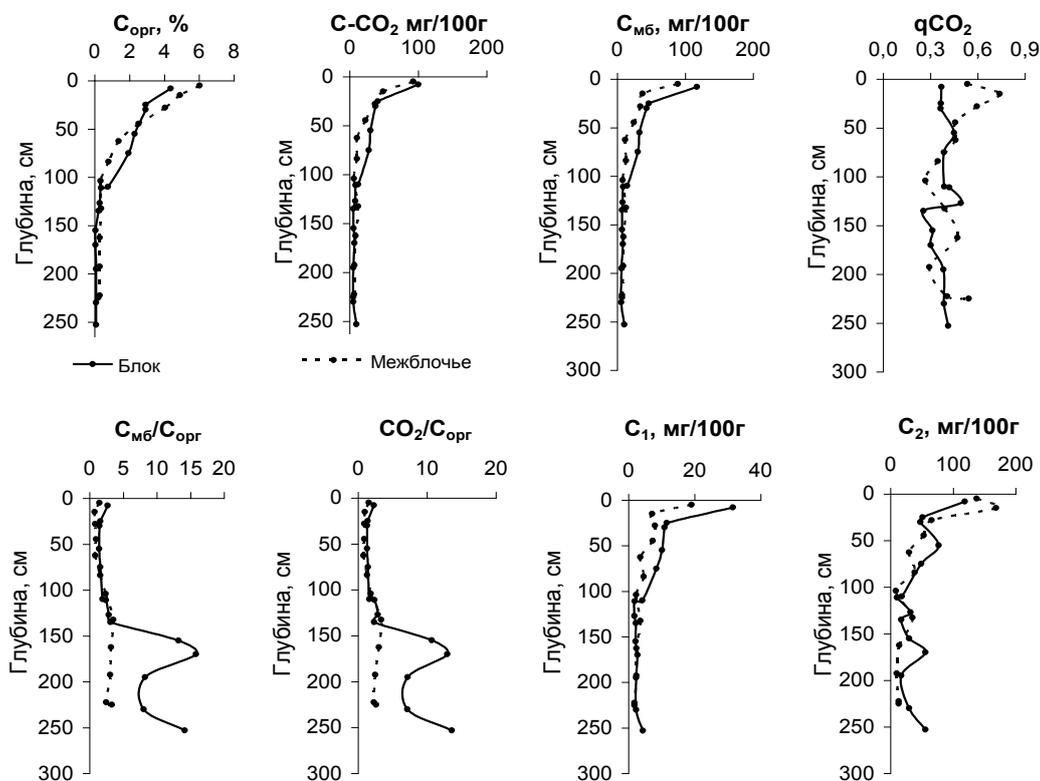


Рис. 3. Ключевой участок «Лесополоса». Биологические свойства чернозёмов в зависимости от положения в микрорельефе (блок, межблочье). Заказник «Каменная степь»

**Выводы:** палеокриогенный микрорельеф во всех вариантах землепользования во многом определил значения биологических свойств. Почвам блоков, как правило, свойственен более мощный гумусовый горизонт, но меньшее по сравнению с почвами межблочий содержание

$S_{орг}$ ; также в зависимости от микрорельефа значительно варьирует содержание  $S_{мб}$  и фракции  $S_1$ . При этом, различия чернозёмов блоков и межблочий на ключевом участке «Пашня» сосредоточены в основном в подгумусовой части профиля, на ключевом участке «Косимая степь» различия наиболее отчетливо выражены в нижней части гумусового горизонта, а на ключевом участке «Лесополоса» - в гумусовом горизонте. Результаты исследования показали, что при уменьшении антропогенного влияния в ряду пашня → косимая степь → лесополоса на фоне выявленного увеличения значений большинства показателей биологических свойств почв одновременно увеличиваются различия между биологическими свойствами чернозёмов блоков и межблочий. Различия биологических свойств чернозёмов в зависимости от их положения в микрорельефе достигают 1,3-1,5 раз.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 11-04-00354, № 11-04-01083)*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и современное почвообразование. – Пушкино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 318 с.
2. Алифанов, В.М. Палеогидроморфизм, палеокриогенез и морфолитопедогенез чернозёмов / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская // Почвоведение. 2005. № 3. С. 1-7.
3. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и современные чернозёмы / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская / Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. – М.: Наука, 2006. С. 45-70.
4. Алифанов, В.М. Палеокриогенные особенности морфогенеза чернозёмов Каменной степи / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, Н.А. Антошечкина, Е.А. Черепянова // Почвоведение. 2001. № 8. С. 909-917.
5. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, А.Ю. Овчинников. – М.: ГЕОС, 2010. 160 с.
6. Поздний плейстоцен-голоцен. Под ред. проф. А.А. Величко. – М., ГЕОС, 2009. 120 с.
7. Величко, А.А. Природный процесс в плейстоцене. – М.: Наука, 1973. 256 с.
8. Иванникова, Л.А. Способ определения кинетики минерализации органического вещества почвы. Патент. 1993. SU № 1806375 АЗ.
9. Иванникова, Л.А. Способ определения минерализации органических веществ в почве по количеству продуцируемого  $CO_2$  // Методы исследования органического вещества почв. – М.: Россельхозакадемия - ГНУ ВНИПТИОУ. 2005. С. 376-385.
10. Иванникова, Л.А. Определение параметров минерализации органических веществ в почве способом реакционно-кинетического фракционирования / Л.А. Иванникова, Г.Г. Гармаш // Почвоведение. 1994. №9. С. 28-36.
11. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
12. 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. Vol. 41. No. 13, Pp.1356-1365.
13. Insam, H. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice, and crop yield of three ultisols / H. Insam, C.C. Mitchell, J.F. Dormaar // Soil Biol. Biochem. 1991. V. 23. P. 459-464.

## VARIABILITY OF THE CHERNOZEM BIOLOGICAL PROPERTIES IN THE «STONE STEPPE» PRESERVE ON DIFFERENT ELEMENTS OF PALEOCRYOGENIC MICRORELIEF IN THE CONDITIONS OF VARIOUS LAND USE

© 2012 A.G. Kondrashin<sup>1</sup>, V.M. Alifanov<sup>1,2</sup>, L.A. Gugalinskaya<sup>1,2</sup>, A.Yu.Ovchinnikov<sup>1,2</sup>

Institute of Physical, Chemical and Biological Issues in Soil Science, RAS  
Pushchino State Natural-science institute

It is shown that spatial variability of the soil biological properties of the «Stone steppe» preserve, determinative the biological activity, soil organic matter and microbial biomass is caused by influence of a relict cryogenic microrelief. In the conditions of various land use (an arable land, a moving steppe, a forest belt) the distinctions of the soil biological properties generated on different elements of a paleocryogenic microrelief (the block, the interblock), increase at an decrease of the anthropogenic load.

Keywords: *chernozem, soil biological properties, paleocryogenesis, paleocryogenic microrelief, land use*

Alexander Kondrashin, Engineer. E-mail: soil\_alexander@mail.ru  
Valeriy Alifanov, Doctor of Biology, Professor. E-mail: alifanov\_v@mail.ru  
Lyubov Gugalinskaya, Doctor of Biology, Professor. E-mail: gugali@rambler.ru  
Andrey Ovchinnikov, Candidate of Biology. E-mail: vchinnikov\_a@inbox.ru