

УДК 631.461

ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОКРИОГЕННОГО МИКРОРЕЛЬЕФА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗНЫХ ТИПОВ И ПОДТИПОВ ПОЧВ

© 2013 А.Г. Кондрашин, В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино

Поступила в редакцию 04.06.2013

Изучено влияние палеоэкологических факторов, а именно палеокриогенного микрорельефа, на изменчивость некоторых показателей биологических свойств почв. Микрорельеф современной поверхности в области серых лесных почв и чернозёмов обуславливает перераспределение почвенной влаги, определяя тем самым различие физико-химических и морфологических свойств почв. Показано, что почвы блоков отличаются, как правило, от почв межблочий, большей мощностью гумусового горизонта, но меньшими значениями показателей биологических свойств. Пространственная изменчивость биологических свойств почв, обусловленная палеокриогенным микрорельефом, сопоставима по значению с влиянием смены подзональных условий почвообразования.

Ключевые слова: *почвообразование, палеокриогенез, биологические свойства*

К настоящему времени установлено, что одним из факторов формирования особенностей почвообразующих пород в центре Восточно-Европейской равнины является воздействие на них поздневалдайского палеокриогенеза [3-5]. Остаточные признаки древнего криогенного рельефообразования, сохранившиеся на территории исследования, оказали влияние на всю последующую дифференциацию почвенных процессов и на формирование почвенного покрова в течение позднеледникового и голоцена. Значительное влияние палеоэкологических условий, в частности палеокриогенного полигонально-блочного микрорельефа (далее палеокриогенного микрорельефа), на пространственную изменчивость морфологических и физико-химических свойств почв центра Восточно-Европейской равнины показано в ряде публикаций [1, 3, 4]. Однако исследований влияния палеоэкологических условий на изменчивость биологических свойств почв (БСП) крайне недостаточно. В этой связи особую значимость приобретают исследования изменчивости биологических свойств почв под влиянием палеокриогенного микрорельефа, широко распространенного на территории центра Восточно-Европейской равнины.

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

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

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

Объекты и методы. Влияние палеокриогенного микрорельефа на изменчивость БСП исследовали на серых лесных почвах, чернозёмах северной лесостепи и степи.

1. Серые лесные почвы (ключевой участок «Пушино»). Почвенный покров представляет собой кольцеобразные циклические комплексы, состоящие из серых лесных почв с фрагментарным вторым гумусовым горизонтом (ВГТ) на блоках, и оконтуривающих их светло-серых лесных почв с фрагментарным ВГТ, сформированных в межблочьях (здесь и далее названия почв даны по [10]).

2. Чернозёмы северной лесостепи (ключевой участок «Венев»). На блоках сформированы чернозёмы выщелоченные, межблочные понижения занимают чернозёмы оподзоленные.

3. Чернозёмы степи (ключевой участок «Каменная степь», участок «Лесополоса»). Блоки занимают чернозёмы обыкновенные, в межблочных понижениях сформированы чернозёмы типичные.

Для определения параметров, характеризующих БСП, использовался оригинальный лабораторный метод определения количества CO_2 , образующегося при минерализации органического вещества почвы (ОргВП) разработанный Л.А. Иванниковой [6-8]. Отличительная особенность метода состоит в том, что инкубация почвенных образцов и регистрация количества продуцируемого CO_2 осуществляется при постоянном газообмене с атмосферным воздухом. Для исследования параметров органического вещества почвы применялся кинетический подход, в рамках которого определялись связи

между переменными состояниями (запасами, концентрациями отдельных фракций ОргВП) и скоростями их изменения.

Результаты и обсуждение. Как известно, изменчивость почвенного покрова определяют две основные причины: смена условий почвообразования (варьирование воздействия факторов почвообразования) и возраст почв [9]. Исследованные почвы разных природных зон различаются доминирующим процессом почвообразования, количеством и качеством поступающего в почву опада, скоростью и длительностью биологических процессов. Эти традиционные различия обуславливают пространственную изменчивость почв на типовом уровне. Однако наши исследования показали, что кроме зонального влияния на пространственную изменчивость почв на подтиповом уровне может оказывать палеокриогенный микрорельеф. Он обуславливает перераспределение атмосферных осадков, как талых (преимущественно), так и дождевых и почвенных растворов [2, 3]. Различный характер увлажнения обуславливает разные по интенсивности и продолжительности биологические процессы. Кроме того, с большой вероятностью мы предполагаем, что вместе с почвенными

растворами с повышенных элементов микрорельефа в пониженные мигрируют продукты трансформации растительного опада и органоминеральные соединения.

Наиболее значительные различия БСП в связи с микрорельефом отмечаются в верхних (0-20 см) частях гумусовых горизонтов исследованных почв (рис. 1). При этом биологические свойства серых лесных почв блочных повышений слабо отличаются от почв межблочных понижений. Исключением является содержание C_0 , которого в 1,3 раза больше в почве межблочного понижения. Чернозёмы межблочных понижений степи характеризуются высокими значениями C_0 и C_2 , а почвы блочных повышений отличаются высоким содержанием C_{mb} . В северной лесостепи значительные различия почв блоков и межблочных понижений проявляются по содержанию C_{mb} , C_1 и C_0 , значения которых на 20-40% больше в гумусовом горизонте межблочного понижения (рис. 1). Наименьшие значения показателей биологических свойств гумусовых горизонтов черноземов в северной лесостепи можно объяснить условиями старопашотной залежи. Максимальные различия БСП разных природных зон достигают от -369 до +54%.

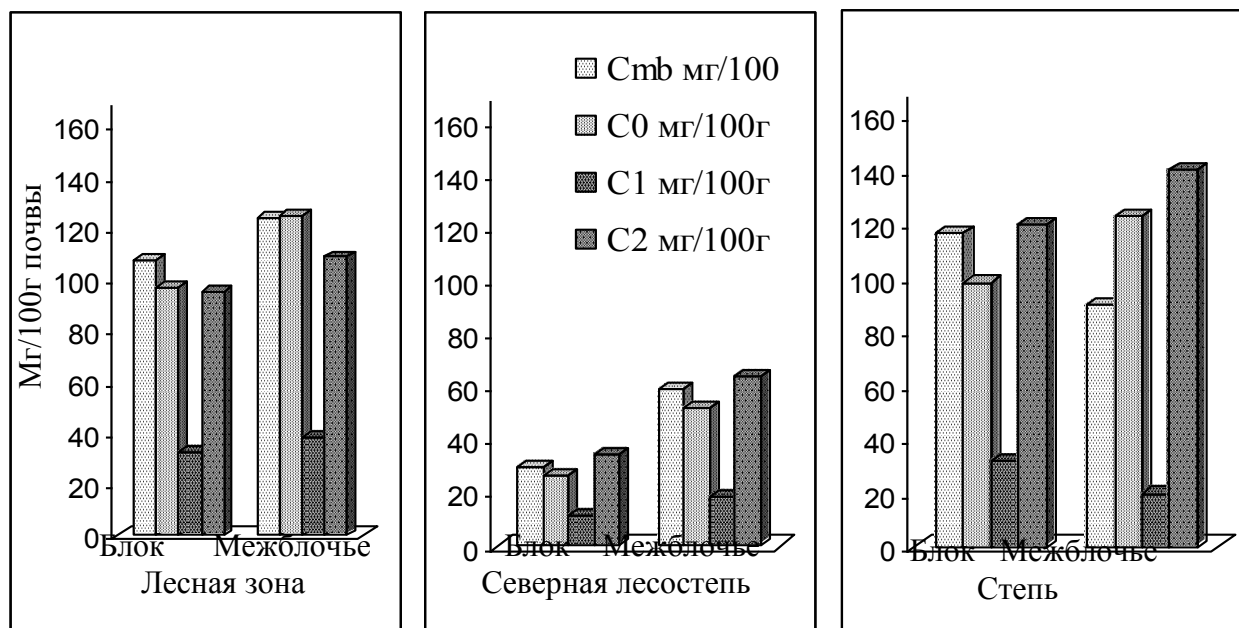


Рис. 1. Биологические свойства верхней части (0-20 см) гумусовых горизонтов разных типов почв. C_{mb} – углерод микробной биомассы, C_0 - потенциально-, C_1 - легко-, C_2 - среднеминерализуемый углерод

Как известно из первых работ по генетическому почвоведению содержание и профильное распределение органического углерода является важнейшим диагностическим признаком почв. Результаты наших исследований показали, что по содержанию и профильному распределению $C_{орг}$ почвы различаются не только в зональном

ряду, но и в зависимости от положения в микрорельефе в каждой природной зоне. Серые лесные почвы блоков отличаются от почв межблочий большей мощностью гумусового горизонта, но меньшим (в 1,3 раза) содержанием $C_{орг}$ в самой верхней части гумусового горизонта (рис. 2). Другим отличием гумусового горизонта почв

блока, является заметное увеличение содержания $C_{орг}$ на глубине 50 см (гор. Аha). В профиле почвы межблочья также существует гор. Аha, но увеличение содержания $C_{орг}$ в нём весьма незначительное. В гумусовом горизонте чернозёмов северной лесостепи распределение $C_{орг}$ носит аккумулятивный характер, и его содержание закономерно уменьшается с глубиной. Наи-

большее его количество в верхней части гумусового горизонта почвы блока составляет 2,8%, в почве межблочья - 3,2%. В обоих случаях кривые содержания $C_{орг}$ снижаются до значений 0,3%, однако в почве на блоке снижение более резкое и на 25-30 см выше, чем в почве межблочья (рис. 2).

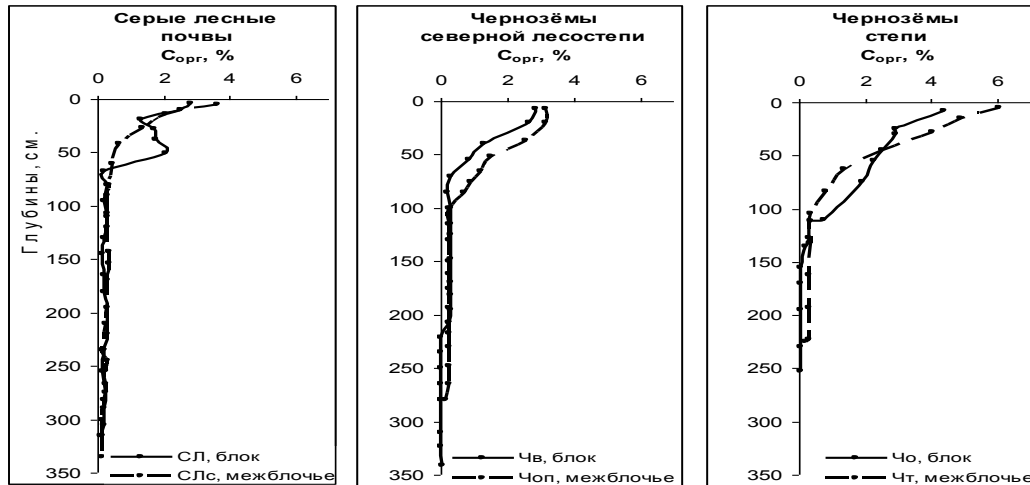


Рис. 2. Содержание органического углерода в зависимости от положения в микрорельефе (блок, межблочье) и типа почвы

Чернозёмы степи характеризуются самыми высокими содержаниями $C_{орг}$ и наиболее значительными различиями между почвами блоков и межблочий (рис. 2). В почве блока в верхней части гумусового горизонта содержание $C_{орг}$ составляет 4,4% и постепенно снижается с глубиной. В почве межблочья, в верхней части гумусового горизонта, содержится больше $C_{орг}$, чем в почве блока (6,0%), но убывает с глубиной он более резко, особенно ниже 60 см. Мощность гумусового горизонта почвы межблочья со значениями $C_{орг}$ выше 1%, существенно (на 20 см) меньше, чем мощность гумусового горизонта почвы блока. Различия в содержании $C_{орг}$ между почвами блоков и межблочий усиливаются при зональной смене условий почвообразования от зоны широколиственных лесов к зоне степи. Следовательно, при возможном увеличении сухости климата влияние микрорельефа в изменчивости свойств почвенного покрова будет проявляться заметнее.

К числу наиболее важных индикаторов состояния почв относятся содержание и распределение по профилю почв $C_{мб}$. Как показали наши исследования, в зависимости от гидротермических условий минерализации опада, содержание $C_{мб}$ в почвах разных природных зон различается значительно (от +9% до -360%). На разных элементах палеокриогенного микрорельефа содержание $C_{мб}$ различается на величину (от -30% до +99%) в зависимости от природной зоны (рис.

3). В лесной зоне на серых лесных почвах при относительно высокой влагообеспеченности создаются условия для накопления $C_{мб}$ в верхней 25-сантиметровой толще профиля. При этом содержание $C_{мб}$ в почве межблочья заметно больше, чем в почве блока. Как правило, распределение значений $C_{мб}$ по профилю почвы повторяет характер распределения $C_{орг}$, что предполагает сосредоточенность основного количества $C_{мб}$ именно в наиболее гумусированном материале почв. Исключение составляет ВГГ, в котором пик содержания $C_{орг}$ не сопровождается пиком содержания $C_{мб}$. По-видимому, органическое вещество ВГГ инертно и труднодоступно для почвенной микробной биомассы.

Чернозёмы северной лесостепи характеризуются низким содержанием $C_{мб}$ ввиду нахождения данных почв на пахотной залежи (рис. 3). Тем не менее, в верхней части гумусового горизонта почвы межблочного понижения содержание $C_{мб}$ почти в два раза выше, чем на соответствующей глубине в почве блока. Эта особенность, вероятно, характерна для пахотных чернозёмов, поскольку наши исследования чернозёмов Каменной степи подтвердили существование связи между распаиванием почв и значительным снижением в них содержания фракции $C_{мб}$. Гумусовые горизонты чернозёмов участка «Лесополоса» в заказнике «Каменная степь» содержат наибольшее количество $C_{мб}$ (рис. 3). При этом значения $C_{мб}$ в гумусовом горизонте почвы

блочного повышения заметно выше, чем в гумусовом горизонте почвы межблочного понижения. По содержанию $C_{мб}$ в профилях почв блока и межблочья выделяются три области с разными значениями: высокими (от 35-40 мг/100г почвы и

выше), средними (от 5 мг/100г до 35-40 мг/100 г почвы) и низкими (менее 5 мг/100г почвы). В зависимости от микрорельефа мощности этих областей и глубины их залегания различны.

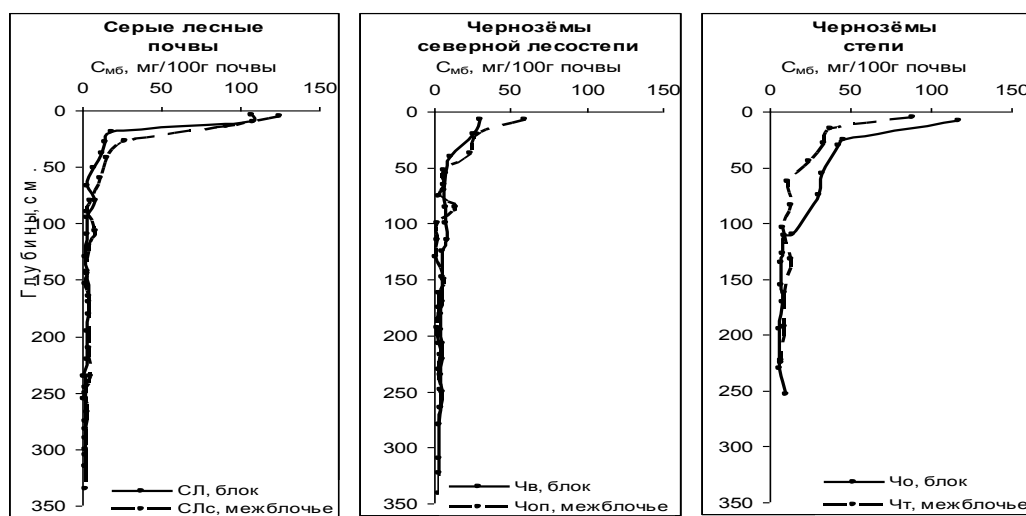


Рис. 3. Содержание углерода микробной биомассы в зависимости от положения в микрорельефе (блок, межблочье) и типа почвы

Фракция C_1 характеризует скорость оборачиваемости разных компонентов ОргВП [11]. Распределение фракции C_1 в почвенном профиле в целом сходно с распределением $C_{мб}$: наибольшие величины характерны для серых лесных почв и чернозёмов заказника «Каменная степь» (рис. 4). Различия в содержании фракции C_1 между почвами блочных повышений и межблочных понижений увеличиваются от зоны широ-

колиственных лесов к зоне степи. По степени изменчивости под влиянием палеокриогенного микрорельефа выявлен следующий ряд биологических свойств почв, в порядке снижения изменчивости: $C_{мб} > C_1 > C_0 > C_2 > БА > C_{орг}$. Следовательно, содержание $C_{мб}$ и фракций C_1 , C_2 и C_0 изменяется в зависимости от положения профиля почвы в микрорельефе в большем диапазоне, чем содержание $C_{орг}$ и БА.

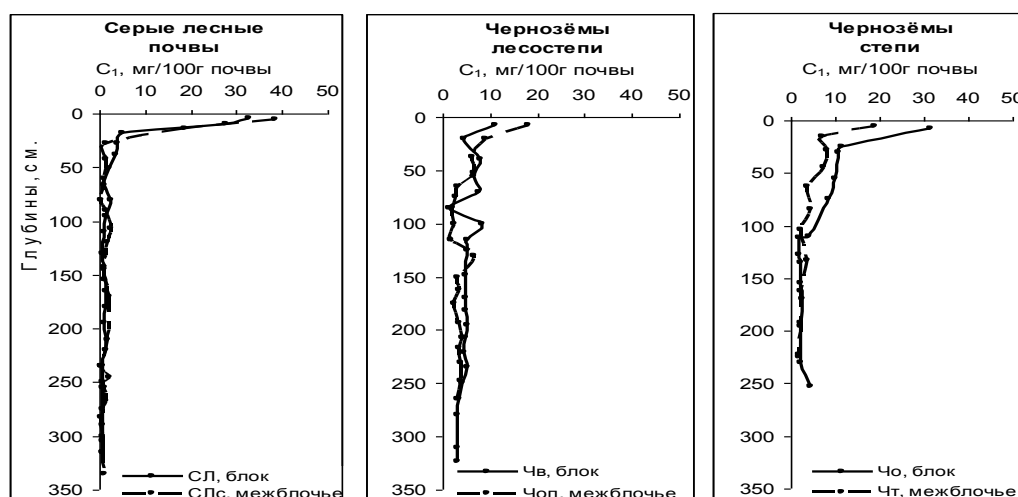


Рис. 4. Содержание легкоминерализуемого углерода в зависимости от положения в микрорельефе (блок, межблочье) и типа почвы

Выводы:

1. Изменчивость биологических свойств почв находится в зависимости не только от их положения в природной зоне и, следовательно, от

типа почвы, но и от положения почв в микрорельефе.

2. Почвы, сформированные в межблочных понижениях, испытывают заметно большее ув-

лажнение, результатом чего является уменьшение мощности их гумусовых горизонтов при одновременном увеличении в них содержания органического углерода. Гумусовые горизонты почв, сформированных на блоках, как правило, на 20-30 см мощнее, но содержание органического углерода в них на 15-30 относительных процентов меньше, чем в гумусовых горизонтах почв межблочий.

3. При уменьшении степени гумидности климата влияние микрорельефа на изменчивость свойств почвенного покрова проявляется заметнее. Так, различия в содержании органического углерода между почвами блоков и межблочий усиливаются при зональной смене условий почвообразования от зоны широколиственных лесов к степной зоне.

4. Показано, что пространственная изменчивость биологических свойств серых лесных почв и чернозёмов центра Восточно-Европейской равнины, обусловленная палеокриогенным микрорельефом, сопоставима по значению с влиянием смены подзональных условий почвообразования.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и структура почвенного покрова Русской равнины / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская // Почвоведение. 1993. № 7. С. 65-75.
2. Алифанов, В.М. Палеогидроморфизм, палеокриогенез и морфолитопедогенез черноземов / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская // Почвоведение. 2005. №3. С. 309-315.
3. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины: монография / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, А.Ю. Овчинников. – М.: ГЕОС, 2010. 160 с.
4. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и современное почвообразование: монография. – Пушкино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 318 с.
5. Величко, А.А. Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие: монография / А.А. Величко, Т.Д. Морозова, В.Б. Нечаев, О.М. Порожнякова. – М.: Наука, 1996. 150 с.
6. Иванникова, Л.А. Способ определения кинетики минерализации органического вещества почвы. Патент. 1993. SU № 1806375 АЗ.
7. 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.
8. Иванникова, Л.А. Влияние палеокриогенного микрорельефа на биологические свойства черноземов заказника «Каменная степь» / Л.А. Иванникова, А.Г. Кондрашин, В.М. Алифанов и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т.12(33). №1(4). С. 1011-1016.
9. Карпачевский, Л.О. Динамика свойств почвы. – М.: Геос, 1997, 170 с.
10. Егоров, В.В. Классификация и диагностика почв СССР: монография / В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др. – М.: Колос, 1977. 220 с.
11. Семенов, В.М. Минерализуемость органического вещества и углеродсеквестрирующая емкость почв зонального ряда / В.М. Семенов, Л.А. Иванникова, Т.В. Кузнецова и др. // Почвоведение. 2008. № 7. С. 819-832.

PALEOCRYOGENIC MICRORELIEF INFLUENCE ON THE VARIABILITY OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOILS DIFFERENT TYPES AND SUBTYPES

© 2013 A.G. Kondrashin, V.M. Alifanov, L.A. Gugalinskaya

Institute of Physical-chemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Pushchino

Influence of paleoecological factors, namely paleocryogenic microrelief, on variability of some indicators of soils biological properties is studied. The microrelief of modern surface in the field of gray forest soils and chernozems causes redistribution of soil moisture, determining by that the distinction of physical-chemical and morphological properties of soils. It is shown that soils of blocks differ, as a rule, from soils of interblocks by bigger capacity of humic horizon, but smaller values of biological properties indicators. Spatial variability of soils biological properties, caused by paleocryogenic microrelief, is comparable on value to influence of subzonal pedogenetic conditions of soil formation.

Key words: *soil formation, paleocryogenesis, biological properties*

Alexander Kondrashin, Engineer. E-mail: soil_alexander@mail.ru

Valeriy Alifanov, Doctor of Biology, Professor, Head of the. E-mail: alifanov_v@mail.ru

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