



ОЦЕНКА СКОРОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЗАУРАЛЬЯ

В. В. ВАЛДАЙСКИХ,

кандидат биологических наук, директор, Ботанический сад Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

(620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19),

Г. И. МАХОНИНА,

доктор биологических наук, доцент, профессор, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

(620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19),

М. Ю. КАРПУХИН,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет

(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42; тел.: 8 (343) 371-33-63)

Ключевые слова: гумус, гумусонакопление, формирование гумусовых горизонтов, восстановление почв, чернозем, лесостепь, характерное время, гетерохронные почвы.

Изучались морфологические свойства гетерохронных черноземных почв, формирующихся на разновозрастных дневных поверхностях в условиях лесостепи Зауралья. Исследования проводились в местах современных и древних антропогенных нарушений, сопровождавшихся выбросами или обнажениями почвообразующих пород. Показано, что за прошедшие 50 и 4000 лет с момента начала почвообразования новосформированные почвы не достигли значений фоновых черноземов выщелоченных голоценового возраста по ряду морфологических показателей. Пятидесятилетнего промежутка времени недостаточно для формирования карбонатного горизонта, для дифференциации горизонтов А и В₁, формирования горизонта затеков В₂. Мощность гумусового горизонта за 50 лет почвообразования составила всего около 1/5 мощности аналогичных фоновых почв. К четырем тысячам лет формируются дифференцированные горизонты А и В₁, горизонт затеков, увеличивается общая мощность профиля. Суммарная мощность гумусовых минеральных горизонтов за 4000 лет достигла менее 3/4 мощности фоновых почв голоценового возраста. Скорости изученных почвообразовательных процессов максимальны в первые десятки лет, значительно замедляясь позднее. В условиях лесостепи Зауралья средняя скорость формирования гумусовых горизонтов в изучаемых 50-летних почвах составила 1,8 мм в год против 0,075 мм в год для 4000-летних почв. В целом можно говорить о крайне низких темпах восстановления гумусового потенциала почв: формирование зрелых почвенных профилей с полноценными гумусовыми горизонтами — исключительно длительный процесс, продолжающийся в течение столетий и тысячелетий. Проведенные исследования еще раз указывают на необходимость особого отношения к гумусу почв как к практически невозобновимому природному ресурсу.

ESTIMATION OF FORMATION RATE OF TRANS-URALS CHERNOZEM SOILS HUMUS HORIZONS

V. V. VALDAYSKIKH,

candidate of biology science, director, Botanical Garden of Ural Federal University of the First President of Russia B. I. Yeltsin

(19 Mira Str., 620002, Ekaterinburg),

G. I. MAKHONINA,

doctor of biology science, professor of department,

Ural Federal University of the First President of Russia B. I. Yeltsin

(19 Mira Str., 620002, Ekaterinburg),

M. Y. KARPUKHIN,

candidate of agricultural sciences, associate professor, Ural State Agricultural University

(42 K. Libknehta Str., 620075, Ekaterinburg; tel: +7 (343) 371-33-63)

Keywords: humus, humus accumulation, humus horizons formation, recovery of soil, chernozem, forest-steppe, heterochronic soils.

We studied the morphological properties heterochronic chernozem soils formed on uneven ground surface under forest of the Northern Urals. The studies were conducted in the field of modern and ancient anthropogenic disturbances, accompanied by the release or bare soil-forming rocks. It is shown that for the past 50 years and 4000 years since the start of the newly formed soil soil did not reach baseline values leached chernozems holocene on a number of morphological parameters. Fifty-year period is not sufficient for the formation of the carbonate horizon, for the differentiation of horizons A and B₁, B₂ formation horizon streaks. Humus horizon of 50 years of soil formation was only about 1/5 the power of similar background soils. For four thousand years formed different horizons A and B₁ horizon streaks, increasing the total capacity of the profile. The total capacity of humic mineral horizons for 4000 years has reached less than 3/4 the power of background soil holocene. Speed of the studied soil-forming process as in the first ten years, significantly slowing down later. In the context of forest of the Northern Urals average rate of formation of humus horizons in the study of 50-year-old soils was 1.8 mm per year against 0.075 mm per year for the 4000-year-old soils. In general we can say about the extremely low rates of recovery of soil humus-building: the formation of mature soil profiles with full humus horizon — an extremely long process, which lasts for centuries and millennia. Studies have once again point to the need for a special relationship to the soil humus as practically non-renewable natural resource.

Положительная рецензия представлена Ю. Е. Михайловым, доктором биологических наук, заведующим кафедрой Уральского государственного лесотехнического университета.



Цель и методика исследований.

В связи с длительностью большинства почвообразовательных процессов существуют объективные трудности в составлении прогнозов развития деградированных почв из-за недостатка времени наблюдений за их поведением. Определенный вклад в решение этой проблемы может внести изучение древних антропогенно нарушенных земель на археологических памятниках, которые могут служить моделями для выявления всего хода процесса почвообразования на когда-либо обнаженных почвообразующих породах. Новообразованные почвы, формирующиеся на дневных поверхностях разновременных археологических памятников, позволяют выявить динамику формирования почвенного профиля. Это предопределяет интерес к изучению разновременных (гетерохронных) почв в местах проживания древнего человека и оценке их современного состояния как к особому методологическому подходу, позволяющему оценить скорость большинства почвообразовательных процессов [1].

О скорости почвообразования можно судить по мощности гумусового горизонта. Несмотря на условность этого критерия, аналогия между временем почвообразования и темпами гумусонакопления вполне уместна: гумусовые вещества — это важнейший элемент почвенного плодородия.

Исследования проводились на древних и современных нарушениях почвенного покрова вблизи поселения Степное, относящегося к так называемой «Стране городов». Это условное название лесостепного района Южного Зауралья, где открыто более двадцати укрепленных поселений, датированных эпохой средней бронзы (рубеж III–II тыс. до н. э. — первая четверть II тыс. до н. э.). Она находится в степной зоне на восточном склоне Уральской горной страны в пределах Зауральского плато. Укрепленное поселение Степное расположено в долине реки Уй, которая является условной границей между степной и лесостепной зонами Южного Урала. К югу от нее простирается пологоволнистая, слегка всхолмленная равнина — бывшая степь, к настоящему времени почти полностью распаханная. Зональными типами почвы являются черноземы выщелоченные.

В ходе исследований оценивалась скорость восстановления гумусового состояния гетерохронных новообразованных черноземных почв в ряду: 50-летние — 4000-летние — голоценовые почвы по их морфологическим характеристикам. Морфология почв имеет самостоятельную информативную значимость, поскольку является совокупностью признаков, интегрально отражающих генетические особенности почв, их состав и свойства. При описании почвенных профилей использовались общепринятые методики [2].

Результаты исследований.

Ниже приводится морфологическая характеристика только верхних дневных горизонтов изучаемых почв.

Разрез 1 (вместе с уточняющими разрезами и прикопками) расположен в 1 км на северо-запад от поселения Степное. Представляет собой почвы 50-летнего возраста. Разрез заложен на месте незаконченного строительства автодороги, которое проводилось примерно в 60 гг. прошлого столетия. Для ее строительства отсыпался земляной вал высотой 1,5–2,0 м,

грунт же для его отсыпки собирался с прилегающей территории. По сути, для отсыпки использовались верхние гумусовые горизонты зональных черноземных почв, последующее почвообразование началось практически с нуля на минеральных горизонтах исходных срезанных почв. Изучаемые почвы прошли лишь начальные этапы почвообразования. Гумусовые горизонты не дифференцированы, горизонт затеков B_2 отсутствует. Вскипание от HC_1 по профилю не наблюдается.

A_d (0–4 см). Сухая буровато-серая, густо переплетенная корнями, густая, сложена остатками травянистых растений (мало разложившаяся). Переход в нижележащий горизонт постепенный по цвету и по началу преобладания минеральной массы.

$A+B_1$ (4–9 см). Буровато-серый, темный, густо переплетенный корнями. Слабо дифференцирован от дернины. Структура комковатая, рыхлый сухой. Переход ясный и ровный по цвету и плотности, без затеков.

B (9–20 см). Сверху серый белесый, книзу рыжеет. По крупным трещинам располагаются отдельные, не формирующие горизонт, гумусовые затеки до глубины 50 см. Очень плотный, глинистый, распадается на комочки правильной четырехгранной формы. Корней значительно меньше. Сухой. Переход постепенный по цвету.

BC (20–52 см). Суглинистый, опесчаненный. Структура непрочно-комковатая, увлажненный, очень плотный, корни практически отсутствуют, имеются камни до 0,5 см в диаметре. Единично встречаются крупные камни. Глубже 50 см — плотные горные породы.

Разрез 2 заложен на внутреннем оборонительном валу поселения, на расстоянии 1,0 м от края жилища. Вскрывает 4000-летние почвы. Профиль сложного строения: фиксируется погребенный гумусовый горизонт, на нем — негумусированная насыпь — выброс из рва или привнесенный грунт. После окончания функционирования городища (предположительно 4000 лет по археологическим данным) насыпь послужила почвообразующей породой. Новообразованные гумусовые горизонты уже дифференцируются на горизонты A и B_1 , суммарная мощность органо-минеральных горизонтов составляет 30 см, сформирован горизонт затеков мощностью 15 см.

A_d (0–2 см). Бурая плотная дернина из отмерших частей растений, главным образом злаков. В значительной степени опесчанена. Снимается слоем. Граница перехода ровная.

A (2–10 см). Темно-серый песчаный гумусовый горизонт. В целом однороден. Структура мелкокомковатая-ореховатая; сухой, плотный. Содержит много мелких камней (до 1–2 мм) различного, чаще всего — светлого цвета. В верхней части горизонта много камней. Переход по цвету, неясный.

B_1 (20–30 см). Темно-серый, буроватый, более светлый, чем предыдущий. В остальном не отличается от него. Переход постепенный, неровный, с затеками и многочисленными ходами роющих животных.

B_2 (30–35 см). На общем серовато-желтом фоне серые затеки: небольшие (до 4 см), слабо выраженные, зачастую представляющие собой следы нор. Отдельные достигают погребенной почвы. Мелкокомковатый, плотный, сухой, рыхлопесчаный. Переход постепенный, по цвету.

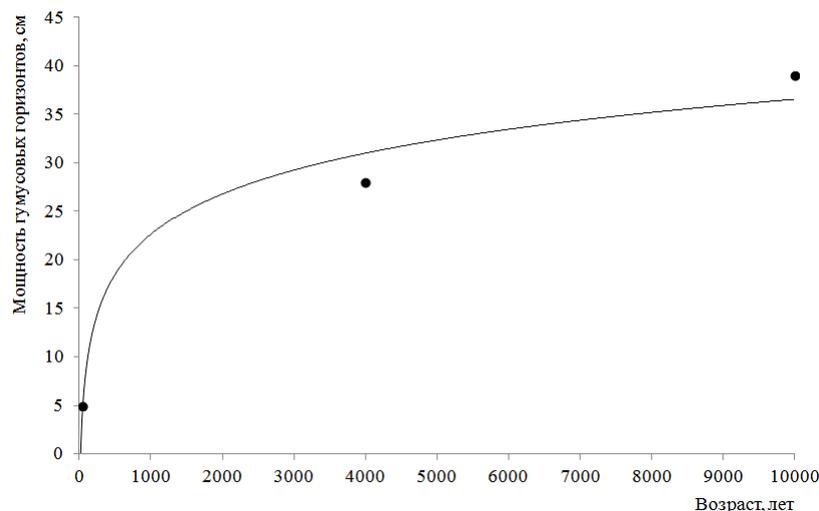


Рисунок 1

Динамика изменения мощности гумусовых горизонтов

Фоновый разрез 3 заложен в 300 м к западу от поселения, на правом берегу р. Первой, на участке в ландшафтном отношении аналогичном таковому на поселении. В 30 м к югу находится склон к старице, в 100 м к югу — современное русло. Почва — чернозем среднемощный сильновыщелоченный. Обильное вскипание от HCl начинается с глубины 90 см.

A_d (0–3 см). Сухая темно-бурая дернина густо переплетенная корнями, снимается слоем. Граница перехода ровная.

A (3–23 см). Темно-серый рыхлый песок. Сухой, уплотненный, содержит многочисленные мелкие (до 11 мм) камни различного цвета и формы, большей частью — кварцевые. Многочисленные мелкие корни. Структура — комковато-зернистая, непрочная. Граница перехода неясная, постепенная.

B_1 (23–42 см). Темно-серый, ввиду большей влажности горизонт выглядит чуть более темным, чем вышележащий. В остальном аналогичен ему. Корней меньше. Переход постепенный, по цвету.

B_2 (42–60 см). На общем желтовато-буrom фоне серовато-бурые затеки: слабовыраженные, зачастую представляющие собой норы геофилов. Отдельные из них достигают значительной глубины. Зернистокомковатый непрочный, плотный, сухой, рыхлопесчаный. Переход постепенный, по окончанию затеков.

Анализируя морфологическое строение почв в фоновом разрезе и новообразованных почв 4000- и 50-летнего возраста, прежде всего, необходимо отметить меньшую мощность новоформированных гумусовых горизонтов относительно фоновых почв голоценового возраста. Так, общая средняя мощность новообразованных гумусовых горизонтов 50-летних почв составила 9 см; 4000-летних почв — 30 см; гумусовых горизонтов фоновых черноземов выщелоченных голоценового возраста — 42 см.

Средняя скорость формирования гумусовых горизонтов, следовательно, составляет у 50-летних почв 1,8 мм в год, у 4000-летних почв она снижается до 0,075 мм в год. Таким образом, скорость гумусообразования максимальна в первые десятки лет, значительно снижаясь в последующие столетия и тысячелетия (рис. 1).

Похожая картина по скорости нарастания мощности гумусовых горизонтов на начальных стадиях

почвообразования нами была описана ранее [3]. Последующее значительное снижение скорости формирования почвенных горизонтов было также отмечено в работах по изучению гетерохронных археологических объектов Западной Сибири для гумусовых горизонтов в лесостепи [4], а также для подзолистого горизонта в таежной зоне [1, 5].

В литературе очень редко приводятся конкретные количественные данные, отражающие скорости формирования гумусовых горизонтов почв. При этом обычно приводятся несколько иные, значительно большие, значения, достигающие нескольких миллиметров в год. Нужно понимать, что они характеризуют только начальные стадии процесса. А. Н. Геннадиев [6] оценивает среднюю скорость формирования гумусовых горизонтов в черноземах выщелоченных величиной 0,40–0,45 мм в год. Для черноземов Северного Казахстана получены данные о скорости образования гумусового горизонта от 0,20 до 1,00 мм в год [7, 8]. Принимая во внимание нелинейный характер гумусонакопления, эти величины вполне соответствуют средней скорости процесса в первые сотни лет после «запуска» процесса.

Выводы. Рекомендации.

Таким образом, за прошедшие 50 и 4000 лет с момента начала почвообразования на дневных поверхностях почвообразующих пород в условиях лесостепи Зауралья новоформированные почвы не достигли фоновых показателей черноземов выщелоченных по ряду морфологических признаков. Пятидесятилетнего промежутка времени недостаточно для формирования карбонатного горизонта, для дифференциации горизонтов A и B_1 , формирования горизонта затеков B_2 . К четырем тысячам лет формируются горизонты A и B_1 , горизонт затеков, увеличивается общая мощность профиля.

Скорости изученных почвообразовательных процессов максимальны в первые десятки лет, значительно замедляясь позднее. В условиях лесостепи Зауралья средняя скорость гумусообразования в 50-летних почвах составила 1,8 мм в год против 0,075 мм в год для 4000-летних почв. В целом можно говорить о крайне низких темпах восстановления гумусового потенциала почв: несмотря на длительный срок постантропогенной эволюции, изучаемые почвы так



и не смогли принять свой первоначальный облик. Накопление гумуса — один из наиболее важных почвообразовательных процессов, но в то же время характеризующийся значительным ХВ (характерным временем) формирования. За четыре тысячи лет почвообразования суммарная мощность гумусовых минеральных горизонтов в изучаемых условиях достигла менее 3/4 мощности аналогичных фоновых почв.

Проведенные исследования еще раз указывают на необходимость понимания того факта, что гу-

мус почв — это практически невозобновимый природный ресурс. Формирование зрелых почвенных профилей с полноценными гумусовыми горизонтами — исключительно длительный процесс, продолжающийся в течение столетий и тысячелетий. В наибольшей степени длительность почвообразования характерна для черноземных почв, значение которых трудно переоценить как в экономическом, так и в биогеоценотическом отношении.

Работа подготовлена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации государственного задания № 2485. Авторы выражают искреннюю благодарность Д. Г. Здановичу и Б. Хэнксу за помощь в организации полевых работ.

Литература

1. Махонина Г. И., Коркина И. Н. Скорость восстановления почвенного покрова на антропогенно нарушенных территориях (на примере археологических памятников Западной Сибири) // Экология. 2001. № 1. С. 14–19.
2. Розанов Б. Г. Морфология почв. М. : Академический Проект, 2004. 432 с.
3. Махонина Г. И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург : Изд-во УрГУ, 2003. 356 с.
4. Махонина Г. И., Коркина И. Н. Развитие подзолистых почв на археологических памятниках в подзоне средней тайги Западной Сибири // Почвоведение. 2002. № 8. С. 917–927.
5. Валдайских В. В., Махонина Г. И. Восстановление почвенного компонента экосистем на местах древних антропогенных нарушений // Экология. 2007. № 3. С. 230–232.
6. Геннадиев А. Н. Почвы и время : модели развития. М. : МГУ, 1990. 232 с.
7. Беликбаев М. Е. О скорости почвообразовательного процесса и возрасте почв Северного Казахстана // История развития почв СССР в голоцене : тез. докл. Всесоюз. конф. Пушкино, 1984. С. 74–75.
8. Иванов И. В. Эволюция почв степной зоны в степной зоне в голоцене. М. : Наука, 1992. 144 с.
9. Карпухин М. Ю. Предпосевная обработка и ее влияние на некоторые показатели чернозема оподзоленного в условиях Уральского Нечерноземья : сб. статей II Всероссийск. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2008. С. 275–280.
10. Карпухин М. Ю. Структурно-агрегатный состав чернозема оподзоленного и основная его обработка на Среднем Урале // Наука и образование — аграрному образованию : сб. статей. М., 2005. С. 104–114.
11. Карпухин М. Ю. Водно-физические свойства чернозема оподзоленного в зависимости от предпосевных обработок почвы в условиях Среднего Урала : сб. статей. М., 2000. С. 78–82.

References

1. Makhonina G. I., Korkina I. N. The recovery rate of the soil cover in anthropogenically disturbed areas (for example, the archaeological sites of Western Siberia) // Ecology. 2001. № 1. P. 14–19.
2. Rozanov B. G. Soil Morphology. M. : Academic Project, 2004. 432 p.
3. Makhonina G. I. Ecological aspects of soil formation in man-made ecosystems Urals. Ekaterinburg : Publishing House of the Ural State University, 2003. 356 p.
4. Makhonina G. I., Korkina I. N. Development of podzolic soils on archaeological sites in the middle taiga subzone of Western Siberia // Soil science. 2002. № 8. P. 917–927.
5. Valdai V. V., Makhonina G. I. Recovery component of soil ecosystems in the field of ancient anthropogenic disturbances // Ecology. 2007. № 3. P. 230–232.
6. Gennadiev A. N. Soils and time : model development. M. : Moscow State University, 1990. 232 p.
7. Belikbaev M. E. The rate of soil-forming process and aged soils of Northern Kazakhstan // History of the USSR in the holocene soils : abstracts of All-Union conference. Pushchino, 1984. P. 74–75.
8. Ivanov I. V. Evolution of soils in the steppe zone of the steppe zone in the holocene. M. : Nauka, 1992. 144 p.
9. Karpuhin M. Yu. Presowing treatment and its impact on some indicators of podzolic chernozem in the conditions of the Ural Nechernozemie : articles of II Russian scientific and practical conference. Ekaterinburg, 2008. P. 275–280.
10. Karpuhin M. Yu. Structural and aggregate composition of podzolic chernozem and its main processing in the Middle Urals // Science and Education — Agricultural Education : collection of articles. M., 2005. P. 104–114.
11. Karpuhin M. Yu. Water-physical properties of podzolic chernozem depending on preplant tillage conditions in the Middle Urals : collection of articles. M., 2000. P. 78–82.