



## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.58:528.94

### ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИДНЕПРОВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

**А.В. Мацибора**

*Институт географии  
Национальной академии наук,  
Украина, 01030, г. Киев-30,  
ул. Владимирская, 44  
E-mail: rmcf@ukr.net*

Проведены комплексные палеопедологические исследования пойменных почвенных образований второй половины голоцена в центральной части Приднепровской возвышенности. Изучено морфологическое строение почвенных профилей, проведен сравнительный анализ геохимических показателей (содержания органического вещества, карбонатных соединений, концентрации тяжелых металлов) почв суббореального периода голоцена и современности. На основе палеопедологических данных проведены реконструкции физико-географических условий, сформулированы выводы о гидротермических показателях климата суббореала.

Ключевые слова: палеогеографические реконструкции, пойменные почвы, голоцен, суббореальный период, геохимические показатели.

#### Введение

Рассматриваемый хроноинтервал – суббореальный период (SB) голоцена характеризовался климатическими особенностями, которые заключались в аридизации и континентальности, с чем было связано смещение границ природных зон и, соответственно, почв в северном направлении. Несмотря на достаточно детальную изученность почв суббореала лесостепи [1–3 и др.] и степи [4–7 и др.] по археологическим данным, существует необходимость расширения спектра палеопедологической информации о пойменных почвенных образованиях, возраст которых колеблется в интервале 5000–2700 лет назад.

Исследование пойменных почвенных образований является одним из основных подходов к изучению голоценового почвообразовательного процесса. Формирование почв пойм происходит под влиянием периодического чередования этапов педогенеза и накопления аллювия, что, с одной стороны, является индикатором короткопериодических климатических изменений, а с другой – дает возможность разносторонне изучать почвы в пределах пойм. Периоды педогенеза на поймах иногда не достаточны для развития полноценной почвы и результаты таких процессов более точно называются термином «почвенные образования».

#### Объекты и методы исследования

В ходе проведения палеопочвенных исследований применяли комплексный палеопедологический метод, в состав которого входили: морфологическое изучение профиля пойменных почв, а также ряд лабораторно-экспериментальных методов (определение содержания органического вещества (ОВ), карбонатных соединений, тяжелых металлов, радиоуглеродного датирования). В обозначении генетических горизонтов использована система индексации А.Н. Соколовского (1930).

Для изучения пойменных почвенных образований был выбран ключевой участок бассейна Южного Буга, который, согласно физико-географического районирования, входит в Центральноприднепровскую возвышенную область Подольско-Приднепровского края лесостепной природной зоны Украины (рис. 1).



Рис. 1. Расположение опорного разреза пойменных почв в бассейне р. Южный Буг

Опорный разрез был заложен на правом берегу реки Гнилой Тикич ( $49^{\circ}18'7''$  с. ш.;  $30^{\circ}42'2''$  в. д.) в пределах высокой поймы, на высоте около 1 м над уровнем уреза воды и на расстоянии 8 м от водотока. Растительный покров ключевого участка представлен луговыми фитоценозами и отдельно стоящими деревьями. Среди разнотравья доминируют: осока болотная (*Acorus calamus* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), одиноко стоящие деревья представлены ивой прутовидной (*Salix viminalis* L.) и дикой грушей (*Pyrus communis* L.).

### Результаты и их обсуждение

Профиль исследуемой пойменной почвы представлен как гумусовыми генетическими горизонтами, так и аллювиальными отложениями, которые перекрывают гумусовые горизонты, что свидетельствует о прерывности процессов почвообразования. Выделяются два гумусовых горизонта: Н и Hgl (рис. 2), которые отвечают этапам почвообразования – периодам уменьшения гумидности климата с дальнейшим осушением поймы, что делало возможным развитие растительного покрова, накопления органических веществ и формирования почвы на аллювиальном материале. Гумусовые слои разделены аллювиальными отложениями, которые отвечают этапам повышения гумидности климата, повышения уровня реки Гнилой Тикич, в результате чего низкая пойма затопливалась с отложениями руслового аллювия.



Рис. 2. Профиль пойменной почвы

Верхняя почва с горизонтом Н (почва 1) соответствует современному этапу почвообразования, длительность которого по разным оценкам [1, 3] составляет 100–150 лет и характеризует климатические особенности современности. Именно с верхней почвой следует проводить сравнительный анализ параметров предыдущих этапов педогенеза.

Согласно данным радиоуглеродного датирования, гумусовый горизонт Hgl (почва 2) характеризует почвообразование завершительного этапа суббореального периода голоцена –  $3210 \pm 110$  лет тому назад. В соответствии с геохронологической шкалой М.Ф. Веклича [6], дан-



ное время отвечает началу теплого микроклиматохрона  $hl_{b2-5}$ . Соответственно, формирование аллювиального горизонта  $al_1$  происходило в следующем холодном микроклиматохроне  $hl_{b2-6}$ , а горизонт  $al_2$  является продуктом отложений предыдущего холодного этапа  $hl_{b2-4}$ .

С позднебронзовым максимумом солнечной активности связан наиболее значительный в позднеголоценовой эволюции почв минимум скоростей почвообразования (экстремум – 2950 лет назад), в последующие 500 лет скорость почвообразования увеличивалась [9].

По М.Ф. Векличу [6] похолодание в микроклиматохронах  $hl_{b2-4}$  и  $hl_{b2-6}$  было длительным и резким со снижением глобальных термических показателей на  $1.5^\circ\text{C}$ , а иногда и  $2.0^\circ\text{C}$ . Климат был более холодным, но умеренным, что в лесостепной зоне Украины отражено лессовыми прослойками незначительной мощности.

Почвенный разрез представлен следующими генетическими горизонтами:

$H_d$  (0.00–0.09 м) – черно-серого цвета, мелко-комковато-зернистый, тяжелый суглинок, интенсивно пронизанный корнями растений, переход и граница постепенные, граница наклонена в направлении снижения поймы.

$H$  (0.09–0.26 м) – черный, мелко-комковато-зернистый, тяжелый суглинок, с наличием червоточин, интенсивно пронизанный корнями растений, переход резкий, граница ровная, немного наклонена в направлении снижения уровня поймы.

$al_1$  (0.26–0.52 м) – светло-серого цвета с желтыми оттенками, с одиночными пятнами материала гумусового горизонта  $H$  диаметром до 0.06 м, мелкозернистый, материал представлен кварцевым песком, который содержит раковины двустворчатых моллюсков размером от 1 см до 5 см, горизонт пронизан корнями растений, переход резкий, граница ровная.

$H_{gl}$  (0.52–0.66 м) – черный с буроватым оттенком, комковато-зернистый, средний суглинок, присутствуют корни древесной флоры, включения представлены мелкими (диаметром до 1 мм) зёрнами кварца, которые равномерно распределены по горизонту, переход резкий, граница ровная.

$al_2$  (0.66–0.84 м) – желто-серого цвета на некоторых участках до ярко-желтого и красного, материал представлен мелкозернистым кварцевым песком, который интенсивно насыщен раковинами двустворчатых моллюсков.

С целью определения отличий процессов педогенеза 3210 лет тому назад и современности было проведено сравнение данных результатов физико-химических анализов (табл. 1).

Таблица 1

**Основные геохимические показатели гумусовых горизонтов пойменных почв ключевого участка (абсолютные значения)**

Горизонт	Почва	Содержание ОБ и карбонатов (%)		Содержание тяжелых металлов (мг/кг)						
		ОБ	$\text{CaCO}_3$	Mn	Ni	Co	Cr	Mo	Cu	Pb
$H$	1	3.74	0.24	800	20	5	30	5	30	50
$H_{gl}$	2	1.02	0.25	200	10	4	20	10	10	6

Для отображения результатов спектрального анализа, определения содержания ОБ и карбонатов в единой системе координат показатели концентрации вышеназванных веществ представлены не в абсолютных значениях, а используя десятичный логарифм числа ( $\log_{10}$ ), что позволило нормализовать шкалу и корректно провести анализ данных (табл. 2).

Таблица 2

**Основные геохимические показатели гумусовых горизонтов пойменных почв ключевого участка ( $\log_{10}$ )**

Горизонт	Почва	Содержание ОБ, карбонатов, тяжелых металлов ( $\log_{10}$ )								
		ОБ	$\text{CaCO}_3$	Mn	Ni	Co	Cr	Mo	Cu	Pb
$H$	1	0.57	-0.62	2.90	1.30	0.70	1.48	0.70	1.48	1.70
$H_{gl}$	2	0.01	-0.60	2.30	1.00	0.60	1.30	1.00	1.00	0.78

Содержание органического вещества в гумусовых горизонтах аллювиальных почв дает возможность оценить интенсивность процессов гумификации, которые имели место на этапах педогенеза, а также установить характер растительного покрова, под которым происходило формирование почв (рис. 3).

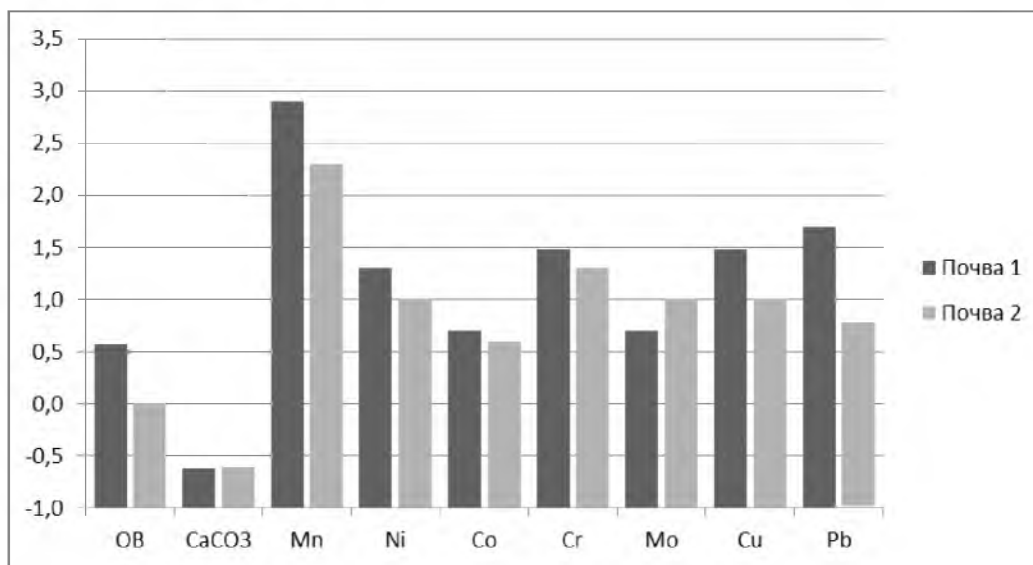


Рис. 3. Распределение ОВ, карбонатных соединений, тяжелых металлов по почвам ключевого участка по логарифмической шкале

Современная почва – горизонт Н, временем формирования которой принято условно считать последние 100 лет, характеризовалась относительно более высокими показателями содержания ОВ по сравнению с почвой 2 – горизонтом Нgl. Почва 1 отличается концентрацией органических веществ на уровне 3.74%, в то время как содержание ОВ в почве 2 составляет только 1.02%. Такое распределение характеризует современные процессы гумификации как более интенсивные с одной стороны, с другой – в результате погребения аллювием почвы 2 происходила потеря ОВ за последние 3210 лет без накопления, чем и объясняется такая существенная разница в значениях данного показателя для почв 1 и 2.

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать вывод о меньшей интенсивности растительного покрова в пределах поймы 3210 лет тому назад (по сравнению с современным), в результате чего поступление органических веществ в почву 2 с растительными остатками было существенно меньшим.

Содержание карбонатных соединений в исследуемых почвах характеризуется почти идентичными значениями показателей (см. рис. 3), которые находятся на уровне 0.24% и 0.25% для горизонтов Н и Нgl соответственно. Близость значений показателей концентрации карбонатов для двух разновозрастных горизонтов следует рассматривать как свидетельство сходства режима увлажнения 3210 лет тому назад и современности, что позволило сформировать в почвенной толще одинаковое количество карбонатных соединений.

Содержание Mn в почве 1 превышает соответствующий показатель погребенной в 4 раза и составляет 800 мг/кг по сравнению с 200 мг/кг. Существенные различия концентрации Mn связаны со значительной биофильностью данного элемента и его приуроченностью к горизонтам с высоким содержанием ОВ, что объясняет накопление Mn в большом количестве именно в современной почве, а не в погребенной.

Концентрация Ni в почве 1 также превышает соответствующий показатель почвы 2: 20 мг/кг по сравнению с 10 мг/кг. Такое распределение стоит объяснять действием поглощающего комплекса органических веществ, что и обусловило накопление Ni в горизонтах с относительно высоким содержанием ОВ.

Превышение концентрации Cr, Cu, Pb в современной почве, вероятно, связано с действием одновременно двух факторов: природного и антропогенного. Природным выступает способность обозначенных элементов создавать стойкие соединения с органическими веществами и состав материнской породы, а антропогенный проявляется в поступлении тяжелых металлов из воздуха как результат техногенной нагрузки. Влияние обозначенных факторов обусловило превышение концентрации тяжелых металлов современной почвы над соответствующими показателями погребенной: Cr (5 мг/кг по сравнению с 4 мг/кг), Cu (30 мг/кг по сравнению с 10 мг/кг) и Pb (50 мг/кг по сравнению с 6 мг/кг).

Исключением из установленной тенденции является Mo, концентрация которого в погребенной почве (Нgl) в два раза выше, чем в современной (Н). Такая ситуация может быть объяснена влиянием содержания карбонатов, которые в почве 2 хоть и в незначительной степени, но превышают соответствующий показатель почвы 1.



### Заключение

Превышение содержания органического вещества в современной и суббореальной почвах свидетельствует о менее интенсивном растительном покрове и процессах гумификации 3210 лет тому назад, чем на данном этапе. Такая ситуация в общих чертах отвечает характеристикам климата конца SB: формирование почвы возрастом 3210 лет происходило в начале теплого микроклиматохрона  $hl_{b2-5}$  сразу после резкого и длительного похолодания на этапе  $hl_{b2-4}$ , чем и была обусловлена низкая развитость растительного покрова того времени.

Сравнительный анализ концентрации тяжелых металлов (*Mn, Ni, Co, Cr, Mo, Cu, Pb*) по исследованным гумусовым горизонтам дал возможность определить общую закономерность содержания данных химических элементов в почвах 3210 лет тому назад и современных, установить тенденцию, которая заключается в превышении значений концентрации тяжелых металлов в современной почве по сравнению с погребенной. Обозначенная закономерность характерна для большинства элементов, кроме *Mo*, что объясняется взаимодействием металлов с другими веществами почвенного профиля.

Палеопедологические исследования пойменных почвенных образований являются высокоинформативным источником палеогеографической информации о физико-географических обстановках прошлых этапов развития природы. Зафиксированные характеристики процессов педогенеза суббореального периода голоцена позволяют, в общих чертах, определить характер растительного покрова, температурный режим, степень увлажнения территории и сформировать представления о тренде развития природы во второй половине голоцена.

### Список литературы

1. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-европейской равнины в голоцене. – М., Наука, 1983. – 150 с.
2. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Палеочерноземы Среднерусской лесостепи в позднем голоцене // Почвоведение. – 1994. – №5. – С. 14–24.
3. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. – М.: ГЕОС, 2008. – 212 с.
4. Золотун В.П. Развитие почв юга Украины за последние 50-45 веков // Автореф. дисс.... д-ра с.-х. наук. – Киев, 1974. – 45 с.
5. Иванов И.В. Эволюция почв лесостепной зоны в голоцене. – М.: Наука, 1992. – 143 с.
6. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. – ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. – 213 с.
7. Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. – 2010. – №6. – С. 643–657.
8. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К.: Наук. думка, 1987. – 192 с.
9. Иванов И.В., Лисецкий Ф.Н. Сверхвековая периодичность солнечной активности и почвообразование // Биофизика. – 1995. – Т. 40. – Вып. 4. – С. 905–910.

## PALEOGEOGRAPHIC CONDITIONS OF THE FLOODPLAIN SOILS FORMATION IN THE CENTRAL PART OF THE DNIEPER UPLAND IN THE LATE HOLOCENE

**A.V. Matsibora**

*Institute of Geography  
of the National Academy of Sciences,  
44 Volodymyrska St., Kyiv-030,  
01030, Ukraine*

*E-mail: rmcf@ukr.net*

The integrative paleopedological study of floodplain soil formations of the second half of the Holocene in the central part of the Dnieper Upland has been carried out. The morphological structure of soil profiles has been studied and the comparative analysis of geochemical indicators (humus and carbonates content, concentration of heavy metals) of Sub-boreal and modern soils has been carried out. Based on paleopedological data the reconstruction of the natural conditions has been fulfilled, the conclusions about hydrothermal indicators of Sub-boreal climate drawn.

Key words: paleogeographical reconstruction, floodplain soils, Holocene, Sub-Boreal period, geochemical indicators.