

УДК 631.48

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕДОГЕНЕЗА В СТЕПЯХ ПРИАЗОВЬЯ ВО
ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА ПО ДАННЫМ ПОЧВЕННО-
АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Песочина Л. С.

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,
Российская Федерация
E-mail: LSPesch@rambler.ru*

На основе изучения палеопочв археологических памятников эпох бронзы, раннего железа и средневековья установлены направленность и этапы педогенеза, скорость, масштабы изменчивости черноземов в степях Приазовья. Показано, что почвообразовательный процесс характеризовался цикличностью, а эволюционные преобразования почв происходили на уровне подтипа. Установлена полигенетичность современных черноземов, эволюция которых в течение второй половины голоцена была преимущественно малоконтрастной, наследующей, трансформирующей. Наиболее динамичными были процессы, формирующие гумусовый, солевой, гипсовый, карбонатный профили, а также процессы осолонцевания-рассолонцевания. Впервые установлена роль климатически пульсирующей солонцеватости в формировании специфических приазовских черноземов.

Ключевые слова: палеопочвы археологических памятников, приазовские черноземы, голоценовый педогенез.

ВВЕДЕНИЕ

Голоцен является историческим периодом, определившим современное состояние природных ландшафтов. Поэтому анализ истории развития почв в отдельные периоды голоцена имеет важное значение для понимания особенностей состояния современного почвенного покрова. Длительное время при изучении эволюции почв использовались сравнительно-географический метод и метод генетического анализа почвенного профиля, что позволяло создавать лишь гипотетические дедуктивные схемы эволюции почв, фиксирующие возможность прохождения почв каких-либо стадий почвообразования. Значительным шагом вперед было развитие весьма информативного почвенно-археологического метода [1, 2]. Изучение палеопочв, погребенных под разновозрастными курганами, позволило наиболее полно решить проблему генезиса и эволюции почв ряда регионов и прежде всего степной зоны. Вместе с тем еще существуют географические «белые пятна» в познании закономерностей степного почвообразования. К таким территориям относится и Приазовье. Актуальность проведения таких работ определяется также своеобразием почв, сформированных в этом регионе, генезис и классификационная принадлежность которых до сих пор вызывают дискуссии [3].

Цель данной работы заключалась в выявлении направленности и этапов педогенеза, скорости, масштабов изменчивости основных профилеобразующих процессов в почвах Приазовья второй половины голоцена.

Район исследований расположен в пределах южной окраины Русской равнины на территории Ростовской области. В почвенно-географическом отношении

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕДОГЕНЕЗА В СТЕПЯХ ПРИАЗОВЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА ПО ДАННЫМ ПОЧВЕННО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

исследуемая территория входит в зону степей. Преобладающими почвенными подтипами являются черноземы обыкновенные и южные. Почвообразующие породы в большинстве случаев представлены лессовидными суглинками и глинами. Археологические раскопки осуществлялись в Аксайском, Багаевском, Мясниковском, Неклиновском районах.

Объектами изучения послужили палеопочвы разновозрастных археологических памятников, в том числе курганов эпох бронзы (вторая половина III–II тыс. до н. э.), раннего железа (IV в. до н. э. – I в. н. э.) и средневековья (VIII–XII вв. н. э.).

Проведено детальное морфологическое исследование почвенно-грунтовых профилей, изучены химико-аналитические параметры почв, в том числе содержания гумуса, карбонатов, легкорастворимых солей, гранулометрического состава и состава почвенного поглощающего комплекса (ППК). Установление классификационной принадлежности почв осуществлялось согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977) [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для степных почв основными профилеобразующими процессами являются процессы, формирующие гумусовый, карбонатный, солевой профили, а также солонцовый процесс. Для выявления тренда и этапов эволюции почв Приазовья во второй половине голоцена были изучены основные закономерности их изменчивости в течение последних 40 веков.

Солевой профиль. Палеопочвы исследованного хроноряда отличались сравнительно невысокой степенью засоления. Средневзвешенная величина плотного остатка не превышала 0,4 %, и ее максимальные значения приходились на почвы эпохи бронзы. Аккумуляция легкорастворимых солей (ЛРС), как правило, была приурочена к нижней части почв. Изменения солевого профиля в пределах двухметровой почвенной толщи в течение последних 40 веков носили циклический характер, периоды рассоления чередовались засолением. Интервал времени 3 700–2 400 лет назад характеризовался выщелачиванием двухметрового слоя, которое привело к ее полному рассолению. Запасы ЛРС уменьшились на 50 т/га, или 70 %. Скорость их выноса составляла 4 г/м² в год. В последующие четыре столетия протекал процесс засоления палеопочвы, особенно интенсивно ее второго метра. Скорость соленакопления в 4 раза превышала предшествующую ей стадию выщелачивания. В результате почвы уже на рубеже эр по степени засоления стали близки палеопочвам, развитым на изучаемой территории в XX–XVII вв. до н. э., а запасы даже превысили их на 20 %. С рубежа новой эры вновь получил развитие процесс нисходящей миграции ЛРС, уже в течение первого столетия приведший почву к рассолению. При этом скорость выноса солей достигала наибольших значений за весь период и составляла 65 г/м² в год. Однако этот процесс был прерван новым этапом засоления, в результате которого почвы в VIII в. н. э. вновь восстановили свои запасы легкорастворимых солей. Последующие 1200 лет сопровождалось выщелачиванием почв со скоростью 4–5 г/м² в год, обусловившим вынос 80 % запасов ЛРС из почвенного профиля. Таким образом, в течение

последних четырех тысяч лет запасы солей в двухметровой толще варьировали в пределах 20–86 т/га. Скорость их выноса колебалась от 4 до 65 г/м² в год, поступление ЛРС в почвенную толщу шло со скоростью 8–16 г/м² в год. В периоды засоления запасы солей достигали 72–86 т/га, вынос солей составлял 70–80 % их запасов в двухметровой толще.

Закономерности изменчивости гипсового профиля были идентичными динамике солевого профиля. Количество гипса в двухметровой толще было сравнительно небольшим и, как правило, колебалось в пределах 0,01–0,4 %. Максимальное его содержание зафиксировано в палеопочвах на рубеже эр. В течение 4 тыс. лет гипсовые аккумуляции характеризовались значительной динамикой. Глубины расположения верхней границы их аккумулятивного горизонта смещались от 170 до 300 см. Вынос гипса за пределы двухметровой почвенно-грунтовой толщи имел место в те же хроноинтервалы, что и для легкорастворимых солей.

Солонцовый профиль. Известно, что процесс осолонцевания сопровождается следующими явлениями: пептизацией ила и коллоидов, повышением растворимости гумусовых веществ, ощелачиванием почвенного раствора, трансформацией и разрушением минералов и гумусовых веществ в щелочной среде, передвижением пептизированных илистых и коллоидных частиц и растворенных гумусовых веществ, преобразованием почвенной массы, сопровождающейся уплотнением почвы, формированием призматических, столбчатых или глыбистых агрегатов, развитием высокой липкости, пластичности, набухаемости при увлажнении. Развитие этих процессов во времени приводит к текстурной дифференциации почвенного профиля по эллювиально-иллювиальному типу (по илу, полуторным оксидам, емкости катионного обмена) [5]. Диагностика степени развития признаков солонцеватости проводилась с помощью морфологических и химико-аналитических методов. Среди рассмотренных параметров были: количество обменного натрия, величина рН, распределение илистой фракции в почвенной толще, структура, наличие кутан. В исследуемых почвах зафиксированы признаки высокой динамичности в развитии солонцового процесса. Наиболее изменчиво было содержание обменного натрия в составе ППК и реакция среды (рН). Максимальное содержание поглощенного натрия, достигающего 9–13 %, отмечено в среднебронзовую эпоху (XX–XVII вв. до н. э.), на рубеже эр и в VIII в. н. э. В эти же отрезки времени шло ощелачивание почвенного профиля, рН возрастало до 8,2–8,4, формировалась призматично-столбчатая структура, отмечалась потечность органо-минеральных коллоидов в виде кутан и вертикальных тяжей. В периоды рассоления почв (IV в. до н.э., конец I в. н. э., современные почвы) актуальная солонцеватость трансформировалась в остаточную или вовсе исчезала, что сопровождалось преобразованием призматических отдельностей в мелкоореховатые и комковатые, рассолением профиля.

Проведенные исследования позволили прийти к заключению, что солонцовый процесс впервые получил развитие на территории Приазовья не позднее начала II тысячелетия до н. э. Почвы региона не менее трех раз подвергались процессу осолонцевания за последние 4000 лет, при этом процесс осолонцевания, как

правило, достигал в своем развитии только первой своей стадии – стадии ошелачивания, следующий же этап – процесс текстурной дифференциации почвенного профиля – практически не успевал развиваться. Это приводило к значительному иллювиированию гумусовых веществ вниз по профилю, о чем свидетельствовало развитие в почвенном профиле ряда морфологических признаков: вертикальных гумусовых тяжей, кутан на стенках пор и гранях структурных отдельностей и увеличение запасов гумуса в толще 50–100 см. В то же время имел место накопительный эффект, который, как отмечали Роде А. А. [6], Глазовская М. А. и Геннадиев А. Н. [7], присущ для циклически развивающихся процессов, когда по завершению циклов некоторые остаточные явления, накапливаясь с течением времени, характеризуют поступательный необратимый характер, преобразующий устойчивые свойства почвенной толщи в определенном направлении. В почвах Приазовья накопительный характер динамики процессов осолонцевания-рассолонцевания стал заметен с I века н. э. и проявился в некотором перераспределении илистых частиц в профиле почв, которое более четко стало прослеживаться в современных почвах.

Гумусовый профиль. Гумус – важный компонент генетической диагностики почв. Несмотря на диагенетические преобразования органического вещества палеопочв, большинство показателей гумусного состояния почв успешно используется при диагностике древних почв и природных условий, в которых они формировались.

Для характеристики динамики гумусного состояния почв были изучены следующие параметры: содержание, запасы, вертикальное распределение гумуса в почвенном профиле, его групповой состав. Закономерности в вековом распределении гумуса в почвенном профиле рассматривались с учетом как визуально выделяемого гумусового горизонта (A+AB), соответствующего, как правило, содержанию гумуса не менее 2 % [8, 9], так и с более низким его содержанием (не ниже 1 %). Это позволило выявить общую тенденцию развития гумусового профиля.

В течение последних 40 веков почвы исследуемой территории не выходили за пределы ранга среднеспособных малогумусированных. Колебания мощности гумусоаккумулятивного горизонта (A+AB) погребенных почв зафиксированы в пределах 40–53 см, содержание гумуса в горизонте A варьировало от 3,0 до 4,2 %. Скорость роста гумусоаккумулятивной толщи не превышала 3 см/100 лет, варьируя в отдельные периоды от 0,5 до 3 см/100 лет, скорость уменьшения мощности гумусового горизонта колебалась от 1 до 2 см/100 лет. Мощность толщи с содержанием гумуса более 1 % изменялась следующим образом. В течение II и I тыс. до н. э. вплоть до рубежа эр она была приурочена к верхнему полуметру. С I века н. э. и до наших дней возрастала: к концу I в. н. э. – увеличилась до 70 см, в средневековье (VIII в. н. э.) – достигала глубины 90 см. В современных фоновых почвах варьирует от 67 до 101 см.

Известно, что масштабы гумусообразования определяются как условиями гумификации свежих органических остатков, так и условиями закрепления гумусовых веществ в почвенном профиле [10]. Полученные некоторые

характеристики погребенных почв свидетельствуют о том, что 4000, 2000 и 1200 лет назад сочетание ряда условий, таких как возрастание щелочности среды, увеличение содержания поглощенного натрия, являющегося пептизатором, снижение доли поглощенного кальция, не способствовали образованию и закреплению гумусовых веществ, в то время как IV век до н. э. и конец I века н. э. были наиболее благоприятными периодами для гумусообразования. Максимальное накопление гумуса отмечено в современных почвах и скифских (IV в. до н. э.): содержание гумуса в горизонте А составляло 4,2 %, запасы его в 1-метровой толще достигали 29–33 кг/м², в то время как в почвах, погребенных 4 и 2 тыс. лет назад, в горизонте А аккумулировалось гумуса не более 3,0 %, а в метровой толще запас его не превышал 23 кг/м².

Формирование различных частей гумусового профиля имело свою специфику. К рубежу III–II тыс. до н. э. в верхнем полуметре накопилось до 70 % запасов, имеющих в современных почвах. В последующие 2 тыс. лет доминировала хорошо выраженная цикличность в их изменчивости: в благоприятные периоды они возрастали на 1/3, при аридизации сокращались в пределах этих же величин. С конца I в. н. э. и до VIII в. н. э. отмечалась некоторая стабилизация запасов с незначительной тенденцией уменьшения. Последние 1200 лет шло их пополнение со скоростью 0,3 кг/м² за 100 лет. Нижний полуметровый слой имел иной характер становления. К рубежу III–II тыс. до н. э. в нем было сформировано не более 40 % запасов гумуса, фиксируемого в современных почвах. В последующие 4 тыс. лет они возросли в 2,5 раза. При этом преобладал поступательный (но неравномерный) характер их развития: сначала постепенный в течение 2000 лет до нашей эры (запасы выросли с 4,1 кг/м² до 4,8 кг/м²), затем со значительно большей скоростью в последующие 2000 лет, увеличившись почти в 2 раза (до 10,6 кг/м²) в современных фоновых почвах. Наиболее интенсивно пополнялись запасы в интервале времени с I по VIII вв. н. э., скорость при этом достигала 0,5 кг/м² за 100 лет. В последние 1200 лет она уменьшилась в 3–4 раза. В этих же временных рамках (с рубежа эр) фиксируется значительный рост мощности толщи с содержанием гумуса более 1 %.

Поскольку рост гумусового профиля вглубь происходил на фоне развития солонцового процесса, то одним из механизмов формирования нижней части гумусовой толщи была нисходящая миграция пептизированного органического вещества в периоды развития солонцового процесса (об этом свидетельствовало наличие потоков гумусовых веществ по ходам корней, червей, вертикальным граням структурных отдельностей) и дальнейшая его биотурбация. Наиболее благоприятными, на наш взгляд, должны были бы быть переходные рубежи при смене аридных условий плювиальными, когда поступление дополнительной влаги в ощелаченный профиль с пептизированным органическим веществом интенсифицировало вынос лабильных гумусовых веществ в глубь почвы. Неоднократное развитие процесса осолонцевания должно было препятствовать закреплению гумусовых веществ в верхних горизонтах почв и в то же время активизировать их иллювиирование вглубь профиля, способствуя формированию специфического гумусового профиля приазовских черноземов. О возможном древнем солонцовом генезисе нижней части гумусового профиля кубанских и

приазовских черноземов высказывали предположение некоторые исследователи [8, 9].

Карбонатный профиль. Одной из отличительных особенностей степных почв является их карбонатность. Она обусловлена обычно как карбонатностью почвообразующей породы (лесс, лессовидные породы и др.), так и образованием карбонатов в процессе взаимодействия продуктов функционирования корневой системы, микроорганизмов (CO_2 , выделяемый при их дыхании) и кальция в почвенной среде. Строение и положение карбонатного горизонта в профиле черноземов определяется его водно-солевым и газовым режимами, а также миграцией кальция в системе почва – растение. Важную роль играют сезонные миграции углекислого кальция [11]. В процессе почвообразования происходят накопление, профильное перераспределение и вынос углекислых солей кальция, направленность и скорость которых определяются различными условиями и факторами, в том числе климатическими изменениями, литологией, дренированностью, уровнем залегания грунтовых вод. Их сочетание в ту или иную эпоху формирует определенный тип карбонатного профиля, являющегося генетическим показателем состояния почв. К основным его характеристикам относятся глубина вскипания, формы новообразований, распределение карбонатов по профилю: интервал залегания зоны аккумуляции и запасы CaCO_3 .

Все исследованные разновозрастные почвы характеризовались достаточно высокой карбонатностью. В течение исторического времени наблюдалась динамика содержания и профильного распределения CaCO_3 , глубины залегания и мощности аккумулятивного горизонта, пространственной дифференциации различных форм морфологических новообразований, их количества и размера. Наиболее интенсивно эти преобразования протекали в верхнем метровом слое. Так, глубина вскипания за последние 4000 лет перемещалась в пределах 40 см толщи. Верхняя граница горизонта аккумуляции карбонатов испытывала существенную динамику и варьировала в пределах 40–83 см, максимально снижаясь в современных почвах и наиболее высоко поднимаясь к поверхности в средневековье и на рубеже веков. При этом скорость нисходящей миграции составляла 2–6 см/100 лет, восходящей – 4–10 см/100 лет. Общая мощность карбонатного горизонта колебалась в пределах 80–110 см. Исследованные почвы характеризовались присутствием двух форм карбонатных новообразований в почвенной толще: миграционных – псевдомицелий и сегрегационных – белоглазка. Известно, что псевдомицелий преимущественно образуется в условиях постоянной подвижности карбонатов в черноземах (лучше увлажняемых), тогда как в черноземах более сухих областей наблюдается скопление углесолей преимущественно в форме белоглазки или в форме сплошного пропитывания [8, 12]. С бронзового века и до раннего средневековья фиксируется дифференциация их в пространстве: верхняя часть карбонатного горизонта представлена миграционными формами, нижняя – сегрегационными. В средневековье отмечается совмещение этих форм в пространстве. Мощность почвенной толщи с аккумулятивными миграционными формами карбонатов варьировала в пределах 20–55 см, с сегрегационными – колебалась от 60 до 110 см.

Запасы карбонатов в двухметровой толще за последние 40 веков менялись

незначительно. Их средневзвешенное содержание в этом слое колебалось в пределах 8.3–9.9 %. Динамика запасов CaCO_3 имела следующую направленность: в интервале времени 4000–2400 лет назад запасы карбонатов в двухметровой толще сократились на 450 т/га, или на 16 %, а в последующие 400 лет возросли на 300 т/га, или на 11 %, а к концу I в. н. э. достигли первоначального уровня. Последующие 700 лет вновь характеризовались потерей запасов на 400 т/га, с VIII в. н. э. до настоящего времени запасы карбонатов практически восстановились вновь. Минимальное количество запасов карбонатов, фиксированное с интервалом в полметра в двухметровой толще для всех хроносрезов, в сумме составило около 200 кг/м², или 70–80 % карбонатных аккумуляций современных почв. Эту величину, на наш взгляд, можно рассматривать как наиболее стабильную часть карбонатных запасов, присутствующую в почвах исследованной территории на протяжении последних 40 веков. И лишь 1/3 часть карбонатов была динамичной, активно трансформировалась в почвенной толще. И. В. Иванов [13] считает, что общие запасы углекислых солей, остающиеся практически неизменными на протяжении всего голоцена, являются пассивной (реликтовой) составляющей. Активная (современная) составляющая представлена карбонатами, сегрегированными в пятнах, прожилках, белоглазке, характер преобразования которых на протяжении голоцена неоднократно изменялся.

Рассмотренные особенности палеопочв, погребенных под разновозрастными курганными насыпями, и литературные данные позволили предложить концептуальную модель педогенеза на территории Приазовья для хроноинтервала 4000–0 лет назад. С рубежа III–II тыс. до н. э. по настоящее время в зависимости от направленности, качественных и количественных преобразований выделяются 7 этапов в формировании современного облика почв Приазовья. Рассмотрим особенности каждого из этапов.

Этап 1. XX–XVII вв. до н. э. Черноземы обыкновенные, сформированные в предшествующий этап, имевшие хорошую комковато-зернистую структуру и реликтовые признаки повышенной увлажненности, подверглись засолению, степень которого была невысокой и благоприятной для внедрения натрия в ППК и ощелачивания почвенного профиля (рН достигало 8,4–8,5), активного иллювиирования гумуса по порам, ходам корней и червей, вертикальным граням структурных отдельностей, развитию призмовидно-столбчатой структуры к концу этого периода. Карбонаты аккумуляровались в основном в форме белоглазки, псевдомицелий был слабо выражен. Максимум карбонатов располагался на глубине около 1 м, и его содержание здесь достигало 13,5 %. Верхняя часть профиля характеризовалась слабым хлоридно-содовым засолением, с глубины 140 см сменяющимся средним сульфатным. Запасы гумуса в метровой толще не превышали 22 кг/м². Климатические условия этого периода способствовали развитию процессов, в результате которых к концу этого хроноинтервала черноземы по многим своим показателям стали ближе к более аридному варианту: чернозему южному, что свидетельствовало о довольно резкой аридизации.

Этап 2. 2-я половина II тыс. до н. э. – 1-я треть I тыс. до н. э. Большинство палеогеографических данных свидетельствует, что этот этап длительностью около

900 лет характеризовался гумидизацией и некоторым похолоданием. Основными направлениями изменчивости почв были: вынос солей за пределы почвенной толщи, усиление гумусообразования, преобразование карбонатного профиля. При этом интенсивность изменчивости климатических параметров была различной, что обуславливало и некоторую динамику в развитии почв.

Этап 3. VI–IV вв. до н. э. В течение рассматриваемого периода протекала односторонняя нисходящая миграция легкорастворимых солей и гипса, в результате которой их запасы в двухметровой толще резко снизились. Признаки солонцеватости, характерные для палеопочв эпохи бронзы, трансформировались в остаточные с сохранением в почвенном профиле реликтовых морфологических черт бывшего осолонцевания (ореховато-столбчатая структура, вертикальные потеки гумусовых веществ глубже 1 м, но перераспределения илистых частиц не фиксировалось), содержание натрия в ППК не превышало 1,5 %, величина pH составляла 7,3–7,8; засоление отсутствовало. Интенсивно развивался процесс гумусонакопления, формировалась хорошая комковатая структура. Почвы в конце этого периода характеризовались наибольшим содержанием гумуса и некоторым ростом мощности гумусового горизонта. Запасы гумуса в метровой толще увеличились в 1,5 раза. В групповом составе отмечалось некоторое уменьшение гуматности ($S_{гк}/S_{фк}$ не превышало 1,1). Заметные преобразования гумусового, солевого, солонцового профилей свидетельствовали о повышении увлажненности и понижении температур, усилении продуцирования растительных ценозов, а следовательно, увеличении образования CO_2 за счет корневого дыхания. Все это способствовало увеличению подвижности карбонатов, их растворению, выносу на большие глубины, активно формировались миграционные формы карбонатов. В профиле был ярко выражен псевдомицелий, количество белоглазки небольшое, максимум карбонатов опустился на глубину 1,5 метров, содержание его не превышало 10,1 %. В итоге произошедшие изменения привели к смене подтиповой принадлежности черноземов. К середине I тыс. до н. э. черноземы южные эволюционировали в черноземы обыкновенные.

Этап 4. III–I вв. до н. э. В течение данного временного интервала изменения карбонатного, солевого, гипсового профилей приобрели направленность, характерную для начала второго тысячелетия до н. э. (XX–XVII вв. до н. э.). Аридные условия с трендом нарастания засушливости во времени способствовали доминированию восходящих токов. Подъем легкорастворимых солей обусловил слабое гидрокарбонатно-сульфатное натриевое засоление во втором полуметре почвенной толщи, плотный остаток превысил 0,3 %. С глубины полутора метров шло более интенсивное сульфатно-кальциевое засоление, в пределах двухметровой толщи появился гипсовый горизонт. Развитие солонцового процесса сопровождалось поступлением натрия в ППК, ощелачиванием, формированием призмовидной структуры, потечностью гумусовых веществ на большую глубину. Переорганизация карбонатного горизонта сопровождалась дифференциацией горизонта с сегрегационными формами новообразований. Мощность карбонатного горизонта уменьшилась и стала сравнима с палеопочвами XX в. до н. э., сверху располагался слабовыраженный псевдомицелий, ниже – хорошо сформированная

белоглазка, но в бронзовую эпоху карбонатный сегрегационный горизонт белоглазки не был дифференцирован по размеру белоглазки, а на рубеже эр сформировались два подгоризонта, свидетельствовавшие об изменчивости увлажненности, по крайней мере, наложении двух этапов карбонатизации: расположенный в нижней части горизонта с крупными формами, сформированными в более влажных условиях (вероятно, в IV в. до н. э.), и верхний подгоризонт с мелкой белоглазкой, образованной при аридизации (актуальной для этого хроносреза). О сложном характере формирования карбонатного профиля свидетельствовало и формирование двух аккумулятивных максимумов: на глубине около 1 и 2 м. Нижний, вероятно, являлся реликтом предыдущего этапа развития почв, а верхний – продукт почвообразования современного для данного интервала. Процесс гумусонакопления характеризовался ослаблением, минерализацией менее устойчивой части органического вещества, накопленной в предыдущий период, возрастанием доли гуминовых кислот. В результате формировался малогумусированный профиль с заметным уплотнением и ореховато-призмочной структурой горизонта В., наличием легкорастворимых солей и гипса в пределах двухметровой толщи.

Развитие всего комплекса процессов привело вновь к смене подтипа чернозема. Аридизация климата способствовала формированию более ксероморфной группы чернозема (южного чернозема).

Этап 5. I–IV вв. н. э. Основной тенденцией развития почв в этот хроноинтервал было выщелачивание почвенного профиля, причем особенно активно уже в течение первого столетия, что свидетельствовало о довольно резких изменениях природных условий при переходе от предыдущего этапа (на рубеже эр). Это привело к снижению глубин залегания аккумулятивных горизонтов, уменьшению содержания легкорастворимых солей и гипса в двухметровой толще, трансформации карбонатного профиля. Понижилась глубина вскипания, произошло перераспределение карбонатов в верхнем метровом слое: вынос их из верхнего полуметра в нижний, увеличилась мощность карбонатного горизонта главным образом вследствие изменения глубины залегания нижней границы аккумуляций CaCO_3 , уменьшилось количество мелкой белоглазки, увеличилась доля прожилочных карбонатных форм в верхней части карбонатного профиля. Развитие процесса выщелачивания почв зафиксировано и по другим параметрам: уменьшилось содержание легкорастворимых солей и гипса, понижилась глубина аккумуляции последнего. Отмеченные преобразования солевого, гипсового, карбонатного профилей сопровождались стиранием как морфологических, так и химических признаков солонцового процесса: уменьшилась доля поглощенного натрия в составе ППК, призмочно-ореховая структура горизонта В трансформировалась в комковато-мелкоореховатую. Шло активное гумусонакопление, увеличивалась мощность гумусоаккумулятивного горизонта. Формировались черноземы обыкновенные.

Этап 6. V–X (VIII–X) вв. н. э. В этом хроноинтервале произошла очередная перестройка почвенного профиля. Почвы характеризовались некоторым снижением содержания гумуса, возрастанием его гуматности и уменьшением мощности

горизонтов А и АВ на фоне значительного иллювирирования гумусовых веществ в нижние горизонты. Уменьшилась глубина промачивания почв, доминирующими стали восходящие токи влаги. Вновь появились в почвенной толще легкорастворимые соли, гипс, возросло средневзвешенное содержание карбонатов, произошло совмещение в почвенной толще различных форм карбонатных аккумуляций. Формировались морфологические и химические солонцовые признаки. Развитие вторичных процессов засоления и осолонцевания почвенной толщи является показателем развития вновь процессов аридизации климата в этот период. В ходе развития почв в течение этого этапа произошло ослабление гумусонакопления, осолонцевание, формирование призмовидно-столбчатой структуры и смены подтипа чернозема, появление южных черноземов.

Этап 7. XII в. н. э. – современность. Основной тренд развития природных условий этого этапа характеризовался гумидизацией и похолоданием. На общем фоне выделялись периоды оптимизации климатических условий в XII–XIV вв. н. э. (средневековой оптимум) и значительного похолодания – XVII–XIX вв. н. э. (малый ледниковый период). Доминирующими почвенными процессами были выщелачивание и гумусообразование. Итогом всего наблюдаемого периода исследований было формирование современных фоновых почв, диагностируемых как чернозем обыкновенный карбонатный, по своим параметрам соответствующий представлениям о североприазовских черноземах. Он характеризуется невысоким содержанием гумуса (3–4 %), увеличением мощности гумусового горизонта до 90–100 см, присутствием двух форм карбонатных новообразований. Аккумуляция псевдомицелия, как правило, начинается сразу под горизонтом АВ, белоглазка залегает глубже 1 м. Легкорастворимые соли и гипс выщелочены за пределы двухметровой толщи. В почвенном профиле обычно присутствуют реликтовые признаки осолонцевания: призмовидность структуры, небольшая текстурная дифференциация, ощелачивание профиля (рН достигает 8,5), вертикальные затеки гумусовых веществ. Выявленные закономерности изменчивости почв на протяжении последних 4000 лет позволяют прийти к выводу, что большинство свойств современной фоновой почвы является продуктом совместного действия как современного, так и прошлых этапов развития. Лишь выщелачивание легкорастворимых солей и гипса за пределы двухметровой толщи, по-видимому, можно рассматривать как проявление современного гидрологического режима.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования свидетельствуют о существенном влиянии предшествующих стадий педогенеза на формирование современного облика черноземов Приазовья. Почвы формировались благодаря суммарному эффекту циклически и поступательно развивавшихся процессов, способствовавших росту мощности гумусового горизонта в глубину, дифференциации содержания илстых частиц в почвенном профиле. В течение последних 4000 лет наблюдались неоднократные эволюционные преобразования чернозема обыкновенного в чернозем южный и обратно. В своем развитии почвы прошли несколько стадий, что обусловило полигенетичность современных черноземов Приазовья. Их эволюция

характеризовалась преимущественно как малоконтрастная, наследующая, трансформирующая.

Важную роль в формировании специфических приазовских черноземов играла климатически пульсирующая солонцеватость, характеризующаяся 1000-летним ритмом. Неоднократное развитие процесса осолонцевания препятствовало закреплению гумусовых веществ в верхнем горизонте почв и в то же время активизировало их иллювиирование вглубь профиля. Особо значимы были последние 2000 лет. Около 50 % запасов гумуса в слое 50–100 см современных фоновых черноземов были сформированы в этот отрезок времени. Высокая динамичность педогенеза, вероятно, имела региональный характер, поскольку Приазовье является специфичной территорией, расположенной на контакте двух равнин: южнорусской степной и предкавказской. Здесь же проходит граница между двумя фациями черноземов: южно-европейской и восточно-европейской. Переходные области всегда отличаются географической оригинальностью, включая в себя некоторые черты и тех, и других районов, и являются наиболее информативными при изучении стадийности развития природы, поскольку характеризуются наименьшей устойчивостью к изменениям природной среды. Одним из результатов такого влияния явилось формирование уникальных черноземов (североприазовских), которые нигде, кроме Ростовской области, не встречаются [14].

Список литературы

1. Демкин В. А. Палеопочвоведение и археология. Пушино: ПНЦ РАН, 1997. 214 с.
2. Дергачева М. И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, Научно-издат. центр ОИГГМ, 1997. 228 с.
3. Прасолов Л. И. О черноземах Приазовских степей // Генезис, география и картография почв. М.: Наука, 1978. С. 79–100.
4. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.
5. Хитров Н. Б. Физико-химические условия развития солонцового процесса в почвах // Почвоведение. 1995. № 3. С. 298–307.
6. Роде А. А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв. М.: Географгиз, 1947. 142 с.
7. Глазовская М. А., Геннадиев А. Н. География почв с основами почвоведения. М.: Изд-во МГУ, 1995. 400 с.
8. Лебедева И. И. Генетический профиль черноземов и его изменение в зависимости от биоклиматических условий // Черноземы СССР. Т. 1. М.: Колос, 1974. С. 84–109.
9. Лебедева И. И. Основные компоненты морфологического профиля черноземов // Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. М.: Наука, 1983. С. 103–117.
10. Ганжара Н. Ф. Факторы, обуславливающие уровни относительной стабилизации содержания, запасов и состава гумуса в почвах // Органическое вещество и плодородие почв. М.: ТСХА, 1983. С. 17–24.
11. Афанасьева Е. А. Солевой профиль черноземов и пути его формирования // Черноземы СССР. М.: Колос, 1974. С. 145–156.
12. Лебедева И. И., Овечкин С. В. Карбонатные новообразования в черноземах левобережной Украины // Почвоведение. 1975. № 11. С. 14–30.
13. Иванов И. В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 144 с.
14. Безуглова О. С., Звягинцева З. В., Горяинова Н. В. Потери гумуса в почвах Ростовской области // Почвоведение. 1995. № 2. С. 175–183.

**THE REGULARITIES OF PEDOGENESIS IN THE STEPPES OF THE
AZOV REGION DURING THE SECOND HALF OF THE HOLOCENE BASED
ON THE SOIL-ARHEOLOGICAL STUDIES**

Pesochina L.S.

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, RAS, Pushchino, Russian Federation

E-mail: LSPesch@rambler.ru

The direction and stages of pedogenesis, rate and scales of changeability of chernozems in the steppes of the Azov region are ascertained by studying the archaeological monuments of the Bronze Age, Early Iron Age, and Middle Ages. The archaeological excavations were carried out in the Aksaj, Myasnikov, Neklinov, and Bagaev regions of Rostov oblast. The morphological and chemical properties of the buried and recent reference soils were studied. The content of humus, water-soluble salts, exchangeable cations, carbonate, and gypsum were determined, as well as the humus and particle-size composition. It is shown that the soil formation process was characterized by cyclicity, and evolutionary soil transformations took place at the level of subtype. The repeated evolutionary transformations of usual chernozem into southern chernozem and vice versa was observed during the last 4000 years. The soils passed through several stages in their development, which determined the polygenetic character of modern chernozems in the Azov region. Their evolution was predominately characterized as low contrast, inheriting, and transforming. The processes forming the humus, salt, gypsum, and carbonate profiles, as well as processes of solonetzization–desolonetzization, were the most dynamic. The soils were formed thanks to the cumulative effect of cyclically and forwardly developing processes that promoted the growth in thickness of the humus horizon to depth and differentiation in the content of silt particles in the soil profile. The development of most soil processes did not have time to reach a quasi-equilibrium state before the recurrent change in climatic conditions. Climatic fluctuations were the main factor determining the vicissitude of pedogenesis. The Middle Bronze Age (20th–17th centuries BC) and early Middle Ages (5th–8th centuries AD) were characterized by the drying of the climate, which caused salinization and solonetzization of soils. The periodic alternation of arid and moist conditions fell in the Early Iron Age. The 4th century BC and the end of the 1st century AD were characterized by the increase in atmospheric moisture, which promoted the activation of the desalination processes in the soil stratum, degradation of the solonetzic signs, and increase in humus accumulation. The transition from arid soil formation conditions to more humid conditions was fixed at the turn of the eras. The high dynamism of pedogenesis likely had a regional character, since the territory of the Lower Don is located at the contact of two plains: the South Russian Plain and Ciscaucasian Plain. The boundary between two chernozem fractions (the South European fraction and East European fraction) also lies here. Such boundary regions are usually characterized by a high dynamism of natural processes, and their soils fix the signs of both provinces in their profile. Meanwhile, the soils located near the boundaries of their climatic ranges have a high degree of climatic sensory ability.

Keywords: Paleosoils of Archeological monuments, Priazov's Chernozems, Holocene Pedogenesis

References

1. Demkin V. A. Paleopochvovedenie i arkhologiiya (Paleosol Science and Archeology). Pushhino: PNC RAN (Publ.), 1997, 214 p. (in Russian).
2. Dergacheva M. I. Arkheologicheskoe pochvovedenie (Archeological Soil Science). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, Nauchno-izdat. tsentr OIGGM (Publ.), 1997, 228 p. (in Russian).
3. Prasolov L. I. O chernozemakh Priazovskikh stepej. Genezis, geografiya i kartografiya pochv (Chernozems of the Azov Steppes: Genesis, Geography, and Cartography). M.: Izd-vo Nauka, (Publ.) 1978, pp. 79-100. (in Russian).
4. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR (Classification and Diagnostics of Soils of the Soviet Union). M.: Kolos (Publ.), 1977, 223 p. (in Russian).
5. Khitrov N. B. Fiziko-khimicheskie usloviya razvitiya solontsovogo protsessa v pochvakh (Physicochemical Conditions for the Development of Solonchic Process in Soils). Pochvovedenie, 1995, no. 3, pp. 298–307. (in Russian).
6. Rode A. A. Pochvoobrazovatel'nyj protsess i ehvolyutsiya pochv (Pedogenesis and the Evolution of Soils). M., Geografiz (Publ.), 1947, 142 p. (in Russian).
7. Glazovskaya M. A., Gennadiev A. N. Geografiya pochv s osnovami pochvovedeniya (Geography of Soils with Basic Soil Science). M.: Izd-vo MGU (Publ.), 1995, 400p. (in Russian).
8. Lebedeva I. I. Geneticheskij profil' chernozemov i ego izmenenie v zavisimosti ot bioklimaticheskikh uslovij (Genetic Profile of Chernozems and Its Changes Depending on Climatic Conditions, in Russian Chernozems of the Soviet Union) // Chernozemy SSSR, t. 1. M.: «Kolos» (Publ.), 1974, pp. 84–109. (in Russian).
9. Lebedeva I. I. Osnovnye komponenty morfologicheskogo profilya chernozemov//Russkij chernozem. 100 let posle Dokuchaeva (The Main Components of the Morphological Profile of Chernozems, in Russian Chernozem: 100 Years after Dokuchaev). M.: Nauka (Publ.), 1983, pp. 103-117. (in Russian).
10. Ganzhara N. F. Faktory, obuslovlivayushhie urovni odnositel'noj stabilizatsii sodержaniya, zapasov i sostava gumusa v pochvakh// Organicheskoe veshhestvo i plodorodie pochv (Factors Determining the Levels of the 2 Relative Stabilization of Humus Content Reserve, and Composition in Soils, in Organic Matter and Soil Fertility). M.: TSKHA (Publ.), 1983, pp. 17–24. (in Russian).
11. Afanas'eva E. A. Solevoj profil' chernozemov i puti ego formirovaniya // Chernozemy SSSR (The Salt Profile of Chernozems and Ways of its Formation, in Chernozes of the Soviet Union), tom 1. M.: Kolos, 1974, pp. 145–156. (in Russian).
12. Lebedeva I. I., Ovechkin S. V. Karbonatnye novoobrazovaniya v chernozemakh levoberezhnoj Ukrainy (Carbonate Neof ormations in the Chernozems of the Left-Bank Ukraine). Pochvovedenie, 1975, no. 11, pp. 14–30. (in Russian).
13. Ivanov I. V. Evolyutsiya pochv stepnoj zony v golotsene (Evolution of Soils of the Steppe Zone in the Holocene). M.: Nauka (Publ.), 1992, 144 p. (in Russian).
14. Bezuglova O. S., Zvyagintseva Z. V., Goryainova N. V. Poteri gumusa v pochvakh Rostovskoj oblasti (The Humus losses in the Soils of Rostov region). Pochvovedenie, 1995, no. 2, pp. 175–183. (in Russian).

Поступила в редакцию 18.08.2017