

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 911.52:631.487

ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОЧВ НА КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ

Лисецкий Ф. Н.¹, Ергина Е. И.²

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
E-mail: lise1@bsu.edu.ru

² Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: YazcivLena@rambler.ru

Представлены результаты изучения полновозрастных и новообразованных почв, сформированных в ландшафтах с близким залеганием карбонатных пород на территории заповедников «Белогорье» и «Дивногорье» (лесостепная зона, Российская Федерация) и на целинных участках степной зоны юга Украины и Крыма. Показана специфика морфологического строения и химических свойств почв при их развитии под лесными и травянистыми кальцефитными сообществами.

Ключевые слова: почвообразование, карбонатные породы, модели почвообразования.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Актуальность данного исследования обусловлена значительным распространением в пределах Восточно-Европейской равнины и разнообразием ландшафтов, сформированных на карбонатных материнских породах (в местах выхода и/или близкого залегания плотных карбонатных пород и их элювия), и спецификой почвообразования в их пределах. Так, в лесостепной зоне юга Среднерусской возвышенности ландшафты с меловыми обнажениями и близким залеганием мела и мергелей занимают особое положение в региональной структуре биотопов. Например, из 1400-1500 видов сосудистых растений и 10000-12000 видов животных, распространенных в Белгородской области, более 30 видов растений и около 100 видов животных можно видеть на страницах Красной книги России [8]. Еще до 200 видов растений и более 250 видов животных отнесены к категории редких и исчезающих на региональном уровне. На останцево-бугристых меловых возвышенностях Среднерусского Белогорья за миллионы лет существования сформировались такие растительные сообщества, как «сниженные Альпы», тимьянники и меловые иссопники с редкими, эндемичными и реликтовыми видами растений [3]. Особенно выделяется в этом отношении район Верхнего Поосколья, который получил название «край живых ископаемых». Объекты историко-культурного наследия, распространенные на данной территории, часто можно рассматривать и в качестве памятников природы, как, например, курган с

ковыльниками и кальцефитно-петрофитными сообществами на выходах меловых пород в урочище «Майдан» [11].

Не менее интересными для изучения являются ландшафты Крымского полуострова, сформированные на карбонатных породах, которые сосредоточены, в основном, в предгорьях Главной гряды Крымских гор, в южной части Центральной Крымской равнины, на Тарханкутской возвышенной равнине, Евпаторийском плато и в пределах северо-восточной части Керченского полуострова, где они формируются на элювии известняков и галечников. В предгорной степи под степной растительностью на карбонатных породах в полусухом климате формируются почвы черноземного типа. Здесь распространены черноземы южные мицеллярно-карбонатные, сформировавшиеся на щебнисто-каменистых продуктах выветривания известняков, мергелей, галечниковых отложениях, и дерново-карбонатные, сформировавшиеся на элювии и делювии карбонатных пород. Большое количество хряща и щебня в почвах, развитых на известняках, влияют на их химические и физические свойства. Возрастает карбонатность почв, их теплопроводность, фильтрационная способность, уменьшается влагоемкость. Под влиянием более высоких летних температур, в сравнении с лесостепной зоной юга Среднерусской возвышенности, почвы сильно иссушаются, растительность испытывает недостаток влаги. Поэтому на карбонатных, щебенчатых черноземах в Степном Крыму развиваются растительные сообщества, отличающиеся особой ксероморфностью растений – кальцефилов-петрофилов, засухоустойчивых, переносящих высокую карбонатность почв (тимьяны, вьюнок шелковистый, некоторые виды полыней). Аналогии петрофитных степей широко распространены в предгорьях Крыма на каменистых карбонатных черноземах южных, юго-восточных и юго-западных экспозициях склонов. Причины появления разорванных ареалов петрофильных видов и ассоциаций связаны с особенностями распространения известняков, не имеющих в Степном Крыму сплошного распространения [4].

Для более полного представления об экологической амплитуде ландшафтов с кальцефитной флорой нами привлечены новые результаты почвенно-географических исследований по таким районам лесостепи, как юго-запад Белгородской области и Подонье (Воронежская область), предгорья Крымских гор и степная зона (юг континентальной Украины и Крым). Исследовали как полновозрастные (голоценовые) почвы, преимущественно в пределах особо охраняемых природных территорий, так и разновозрастные почвы на датированных антропогенно нарушенных поверхностях. При сопоставлении почвенных хронорядов из разных регионов можно использовать не только преимущества сравнительного анализа, но и рассмотреть разные по полноте хроноряды, что связано с региональными различиями в наличии тех или иных историко-географических периодов.

2. ЦЕЛЬ

Целью наших исследований стало изучение специфики морфологического строения и химических свойств полновозрастных и новообразованных почв, сформированных в ландшафтах с близким залеганием карбонатных пород на

территории заповедников «Белогорье» и «Дивногорье» (лесостепная зона) и на целинных участках степной зоны юга Украины и Крыма при их формировании под лесными и травянистыми кальцефитными сообществами.

Ключевые участки для исследования выбраны нами в Новооскольском и Шебекинском районах Белгородской области (участок «Стенки Изгорья» природного заповедника «Белогорье» и урочище «Бекарюковский бор» соответственно) и в Лискинском районе Воронежской области (государственный природный историко-археологический музей-заповедник «Дивногорье» и его окрестности).

Второй полигон расположен в пределах степной зоны Николаевской области (подзона обыкновенных черноземов, Веселиновский р-н и подзона южных черноземов, Николаевский р-н).

По результатам изучения почв Крымского полуострова сформирован хроноряд почв, развитых на известняках. В качестве эталона рассмотрены почвы природного заповедника «Казантип».

Объектами почвенно-хронологических исследований в Лискинском районе Воронежской области стали: курганный могильник, предположительно скифского времени, на территории музея-заповедника «Дивногорье»; курган скифского времени (V в. до н.э.) на мысу долины Тихой Сосны; территория Маяцкой крепости (сер. IX-X вв.) – опорный памятник салтово-маяцкой культуры; территория селища Маяцкого комплекса; почва, сформированная на подсыпке кургана в 1640-е годы; водоотводящий вал железной дороги Харьков-Лиски-Балашов, построенной в 1895 году; противозерозионный вал 1978 года.

В Шебекинском районе Белгородской области изучены почвы на Дмитриевском городище – памятнике салтово-маяцкой культуры, расположенном на возвышенном мысу в долине р. Короча. Новообразованная за 1000 лет дерново-карбонатная почва сформировалась на грунтово-щебнистой насыпи (развалинах стены городища), верхняя граница которой находится на глубине 40 см [6]. Для сопоставления молодых почв с полновозрастным (полноголоценовым) аналогом использованы данные о почве, сформированной в урочище «Бекарюковский бор» под сосной меловой.

Объектами для исследования особенностей почвообразования на карбонатных почвообразующих породах в Крыму служили разновременные почвы отвалов первых десятков лет почвообразования (п*10 лет), почвы, на поверхности окопов Второй Мировой войны, руины антропогенных сооружений с фиксированным началом почвообразования (до 100 лет), Почвы, сформированные на территории пещерных городов Крыма (Эски-Кермен, Чуфут-Кале, Мангуп), жизнедеятельность на которых прекратилась от 200 до 700 лет назад. Всего обобщены данные по 30 разновременным объектам.

Химико-аналитические исследования проводили по следующим методикам: общий углерод по методу Тюрина, емкость поглощения почв по методу Бобко и Аскинази в модификации Алешина, азот валовый по Кьельдалю, CO₂ – ацидиметрическим методом. Цвет почвы дан в символах шкалы Манселла (Munsell Soil Color Charts).

Дерново-карбонатные, перегнойно-карбонатные почвы, или рендзины, выделяемые в пределах заповедника «Дивногорье» [1], занимают придолинные и прибалочные склоны крутизной более 3°. Общая мощность сформированного почвенного профиля составляет 50-55 см, а с нижней границей продвижения гумусированного материала по трещинам в меловом щебне – до 73 см. Мощность горизонта Н достигает 18 см, а в сумме с переходным (НР) – 49-50 см. Почвенный разрез, представляющий полноголоценовый аналог для почв хроноряда, заложен в 70 м от крепостной стены Маяцкого городища, на склоне, обращенном к долине Тихой Сосны.

На правом берегу р. Нежеголь в приривочной части склона (с невысокой активностью эрозионных процессов) сформированы почвы с высоким содержанием органического вещества (ОВ) в перегнойном горизонте – 9,9-12,6 %, которое ниже по профилю резко падает до 1,8-2,8 % [9]. Степень насыщения почвенного поглощающего комплекса (ППК) кальцием составляет 83 % (табл. 1). В зоне перехода плато в крутой склон дерново-карбонатная почва содержит в гор. Н 2,2 % гумуса и 88 % кальция в ППК, а на крутосклонах – 1,7 % гумуса и 90 % кальция в ППК соответственно [10].

Таблица 1. Физико-химические свойства перегнойно-карбонатной лесной почвы на элювии мела (Бекарюковский бор, Шебекинский район) [9]

Горизонт	Глубина, см	ОВ, %	pH _{сол}	Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г		
				сумма	в том числе	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺
He	4-10	9,9	7,6	37,6	31,2	6,4
Hp	15-25	2,1	7,6	19,2	16,0	3,2
Ph	30-40	0,8	7,8	-	-	-
P1	50-60	0,1	7,8	7,2	6,4	0,8
P2	90-100	0,03	7,8	-	-	-
P3	140-150	0,01	7,9	7,4	6,3	0,9

За первую тысячу лет формирования карбо-литоземов у них формируется горизонт Н, не уступающий по мощности полновозрастным аналогам, а общая мощность гор. Н+НР достигает 23-25 см (см. табл. 1), что соответствует 71 % от мощности у голоценовых аналогов (участок «Стенки Изгорья»). Достаточно быстро – за 2,5 тысячи лет – общая мощность гумусового и переходного горизонта достигает 90 % предельной мощности. Таким образом, карбо-литоземы уже за первые 10 веков становятся в онтогенетическом отношении достаточно зрелыми почвами, хотя и развиваются с меньшими (на 12 %) скоростями, чем зональные черноземы лесостепи на суглинистых материнских породах.

Дерново-карбонатные полноголоценовые почвы на юге Украины изучены в подзоне распространения обыкновенных черноземов (Веселиновский р-н, у с. Покровка, мыс на левом берегу устьевой части р. Чичикляя (разр. 9-4), в подзоне южных черноземов (в 1,7 км к юго-востоку от с. Новогригоровка Николаевского р-на, останец в б. Шпакова (разр. 053)), а также в Крыму (природный заповедник «Казантип»). Их физико-химические свойства представлены в табл. 2. Для сравнения показаны свойства некоторых разновозрастных дерново-карбонатных почв.

**ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОЧВ
НА КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ В УСЛОВИЯХ ПЕСОСТЕПИ И СТЕПИ**

Таблица 2. Физико-химические свойства целинных и разнovoзpaстных дерново-карбонатных почв

Объекты	Возраст, годы	Слой, см	γ , г/см ³	CaCO ₃ , %	Гумус, %	Nвал., %	C:N
целинные дерново-карбонатные почвы							
Разр. 9-4	10000	0-12	0,98	8,4	5,08	-	-
		12-25	1,24	10,2	3,79	-	-
Разр. 053	10000	0-16	1,01	33,8	5,27	0,397	7,7
		16-27	1,05	43,6	3,18	0,347	5,3
Казантип	10000	0-21	1,05	16,2	5,56	0,501	6,4
разнovoзpaстные дерново-карбонатные почвы							
Балыклей, крепость	500	0-14	1,05	11,1	4,17	0,293	8,2
		14-24	1,02	10,7	3,17	0,284	6,5
Городище «Мыс»	1600	0-22	1,10	2,0	5,35	0,313	9,9
		22-35	1,12	0	3,01	0,182	9,6

Особенность полноголоценовых дерново-карбонатных почв – высокая гумусированность и обогащенность азотом гумусово-аккумулятивного горизонта и резкое снижение содержания органического вещества в переходном горизонте. Из-за механического барьера (известняковых плит ниже почвенного профиля) формирование высокого уровня гумусированности происходит довольно быстро (за 1500 лет).

Для исследования особенностей почвообразования на начальных этапах исследован отвал карбонатного суглинка, возрастом 15 лет в окрестностях города Симферополя. За этот период на поверхности отвала формируется сомкнутый растительный покров с проективным покрытием 30-40 %. Генетический профиль исследованных почв мощностью 15-20 мм имеет упрощенное строение, но можно выделить несколько горизонтов: Hd – H – P. Свойства новообразованных почв представлены в табл. 3.

Разрез почвы, имеющей возраст 65 лет, заложен на бруствере окопа на территории отрогов Мекензиевых гор, на С-В склонах горы Яйла-Баш, где проходили бои в 1941-1944 годах. В ландшафте следы антропогенных воздействий практически незаметны, наблюдается лишь изменение форм мезо- и микрорельефа – выраженные микрозападины на месте окопов. Растительный покров равномерный, проективное покрытие достигает 70 %. На склонах порослевые дубово-буковые участки в комплексе со злаково-разнотравной растительностью. Генетический профиль мощностью 75 мм представлен горизонтами: Hd – Hк – P

На вершине плато поселения Эски-Кермен исследована почва, сформированная на месте остатков хозяйственных построек в восточной части пещерного города, антропогенная деятельность на территории которого прекратилась в конце XIV века [7]. Участок слабо задернован, проективное покрытие достигает 40-50 %. Преобладают разнотравно-злаковые ассоциации. Сформированная почва маломощная – 70 мм, слабо дифференцирована на горизонты: Hd – Hк – P.

Таблица 3. Свойства разновременных почв предгорья Главной гряды Крымских гор

Объект	Возраст, годы	Слой почвы, мм	Цвет почвы по шкале Манселла (сухой/влажной)	pH водн.	Гумус, %
05/01. Отвал	15	0-15	10YR3/3 Темно-коричневый/10YR3/2 Очень темно-серовато-коричневый	8,40	1,9
06/01.Херсонес	700	0-13	10YR3/1Очень темно-серый /10YR2/1 Черный	8,35	8,9
08/01.Пещерный комплекс Бакла	1000	0-170	2.5Y4/2 Темно-серовато-коричневый /2.5Y3/2 Очень темно-серовато-коричневый	8,45	3,3
Там же	1000	170-330	10YR5/1 Серый /10YR3/1 Очень темно серый	8,86	2,4

У почв возрастом 1800-2000 лет сформировано почти 90 % мощности профиля полноголоценовых аналогов, содержание гумуса в них также стабилизируется на уровне полнопрофильных почв (таблица 4).

Особенности формирования мощности гумусового горизонта карбонатных почв можно представить в виде модели [2]:

$$H = H(np) * e^{-e^{(a+\lambda T)}} \quad (1)$$

где H – мощность гумусового горизонта (мм); $H(np)$ – максимальная мощность гумусового горизонта(мм); T – время, (годы); a, λ – коэффициенты.

В условиях лесостепи и степи на изученных ключевых участках модель формирования гумусового горизонта почв, принимает вид:

$$H = 409,2 * (e^{-e^{(0,68-0,0017 T)}}) \quad (2)$$

Для определения скоростей формирования мощности гумусового горизонта почв, продифференцируем зависимость (2) по $dt = 1$. Анализируя полученные данные, можно утверждать, что за период формирования почвы длительностью 500-750 лет скорости формирования гумусового горизонта достигают максимальных значений в среднем 0,15 мм/год. В период 750 – 1500 лет скорости стабилизируются (0,14-0,12 мм/год), а после 1500 лет снижаются.

Определенный интерес вызывают закономерности изменения мощности гумусового горизонта почв на начальных этапах почвообразования. Именно сведения о таких кратковременных периодах восстановления почв могут использоваться при разработке стратегии ренатурации почвенного покрова на антропогенно-нарушенных объектах, в частности на поверхностях отвалов карьеров. На начальных этапах почвообразования модель формирования мощности гумусового горизонта имеет вид:

$$H = 135,2 * (e^{-e^{(0,50-0,0067 T)}}) \quad (3)$$

**ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОЧВ
НА КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ**

Таблица 4. Содержание и запасы гумуса в черноземах карбонатных, черноземах предгорных, дерново-карбонатных почвах

Объект исследования	Возраст почвы, годы	Мощность гумусового горизонта, мм	Объемная масса, г/см ³	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса в т/га
Отвалы	10	30	1,28	8,40	32,25
Отвалы	50	60	0,90	6,60	35,64
Чуфут-Кале, крепость	300	50	0,95	5,33	25,32
Чуфут-Кале, крепость	650	50	0,95	5,45	25,88
Чуфут-Кале, крепость	600	80	0,95	8,45	64,22
Пионерское, развалины мечети	500	65	0,95	5,27	32,5
Калос-Лимен, городище	1700	300	0,86	4,80	123,8
Калос-Лимен, городище	1700	300	0,86	3,50	90,3
Неаполь Скифский, городище	1800	280	0,90	7,70	194,0

Проведя математические преобразования модели (2), установлено, что при возрасте почв 75-100 лет скорости формирования гумусового горизонта достигают максимальных значений 0,3 мм/год, что значительно меньше скорости формирования почв на рыхлых (суглинистых) субстратах в Степном Крыму – 0,8-1,2 мм/год [5]. При возрасте почв более 100 лет скорости формирования гумусового горизонта почв закономерно снижаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя преимущества сравнительного анализа при сопоставлении хронорядов почв из разных регионов можно рассмотреть разные по полноте хроноряды, что связано с региональными различиями в наличии тех или иных историко-географических периодов; карбо-литоземы уже за первые 10 веков становятся в онтогенетическом отношении достаточно зрелыми почвами, хотя и развиваются со скоростью несколько (на 12 %) меньшими, чем зональные черноземы лесостепи на суглинистых материнских породах; скорости формирования гумусового горизонта на различных этапах становления почвенного профиля значительно отличаются.

Список литературы

1. Бережной А. В. Дивногорье: природа и ландшафты / Бережной А. В., Мильков Ф. Н., Михню В. Б. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1994. – 128 с.
2. Голусов П. В. Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи / П. В. Голусов, Ф. Н. Лисецкий. – Белгород: Изд-во Белгор. Гос. ун-та, 2005. – 232 с.
3. Голицын С. В. «Сниженные альпы» и меловые ископаемые Среднерусской возвышенности: автореф. дис... биол. наук. / С. В. Голицын. – Воронеж, 1965. – 16 с.
4. Дзэнс-Литовская Н. Н. Почвы и растительность Степного Крыма. / Н. Н. Дзэнс-Литовская. – Л.: Наука. – 156 с.

5. Ергина Е. И. Процессы динамики и самовоспроизводства почв в ландшафтах Крымского Присивашья / Е. И. Ергина, В. А. Михайлов // Фізична географія та геоморфологія. – 2009. – випуск 55. – С. 290-296.
6. Соловйченко В. Д. Красная книга почв Белгородской области / Соловйченко В. Д., Лукин С. В., Лисецкий Ф. Н., Голушов П. В. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 139 с.
7. Могарычев Ю. М. Пещерные города в Крыму / Ю. М. Могарычев. – Симферополь: Сонат, 2005. – 192 с.
8. Присный А. В. Экстразональные группировки в фауне наземных насекомых юга Среднерусской возвышенности / А. В. Присный. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2003. – 296 с.
9. Соловйченко В. Д. Реликтовые почвы меловых боров / В. Д. Соловйченко, В. Б. Азаров // Научные и практические основы сохранения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения в адаптивно-ландшафтном земледелии: междунар. науч.-практ. конф., 25-26 мая 2004 г.: материалы. – Белгород: Крестьянское дело, 2004. – С. 265-270.
10. Федосова Т. В. Фитоценогическая структура лесных сообществ и лесоразведение на карбонатных почвах Белгородской области. Автореф. ... канд. с.-х.н. – Воронеж, 2007. – 19 с.
11. Чернобылова М. В. Флора эталонных (узловых) участков экологической сети юга Воронежской области / Чернобылова М. В., Агафонов В. А., Хмелев К. Ф. – Воронеж, 2000. – 58 с.

Лисецкий Ф. М. Формування ґрунтів на карбонатних породах в умовах лісостепу та степу / Ф. М. Лисецкий, О. І. Ергина // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2011. – Т.24 (63), №3. – С.-10.

Представлені результати вивчення повновікових і новостворених ґрунтів, сформованих у ландшафтах з близьким заляганням карбонатних порід на території заповідників «Білогір'я» і «Дивногір'я» (лісостепова зона) і на цілих ділянках степової зони півдня України і Криму. Показано специфіку морфологічної будови хімічних властивостей ґрунтів при їх формуванні під лісовими і трав'янистими кальцефітними спільнотами

Ключові слова: ґрунтоутворення, карбонатні породи, моделі ґрунтоутворення.

Lisetskii F. N. Formation of soils on carbonate rocks under-steppe and steppe / F. N. Lisetskii, E. I. Ergina // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. – Series: Geography Sciences. – 2011. – V.24 (63), No3. – P.-10.

Results of study of mature and newly formed soils, which formed in landscapes with a close-lying carbonate rocks in the reserves "Belogorie" and "Divnogore (steppe zone) and in the virgin areas of the steppe zone of southern Ukraine and Crimea n presented in the article. Specific features of the morphological structure and chemical properties of soil in their development under forest and grassy calceophile communities shown.

Key words: soil formation, carbonate rocks, the model of soil formation.

Поступила в редакцію 03.11.2011 г.