

УДК 631.48
DOI: 10.7868/S25001640190407

ГЕНЕЗИС КАРБОНАТНОГО И ГИПСОНОСНОГО ГОРИЗОНТОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ

© 2019 г. О.С. Безуглова¹, Е.Н. Минаева¹, И.В. Морозов¹

Аннотация. Исследование проведено на черноземах обыкновенных карбонатных, по классификации почв России – черноземах миграционно-сегрегационных. Выполнен статистический анализ характера промачивания почвенного слоя черноземов обыкновенных карбонатных: частота встречаемости, средняя, минимальная и максимальная многолетняя глубина промачивания почвенного слоя. Проведен математический расчет глубин промачивания профиля среднемощных автоморфных почв с учетом единовременного поступления средней годовой нормы атмосферных осадков на дневную поверхность, а также сравнительный анализ фактической многолетней и расчетной глубин промачивания черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона. Анализ показал, что формирование карбонатных горизонтов в черноземах связано с многолетней динамикой атмосферных осадков. При этом верхняя граница и мощность горизонта накопления белоглазки определяется пульсирующим характером распределения суммы годовых осадков в многолетнем цикле. Нижняя граница проникновения большей части осадков (глубина промачивания) за 33-летний период наблюдений приходится на ту часть почвенного профиля, в которой локализованы карбонатные новообразования в виде белоглазки. В рассматриваемых нами районах Ростовской области до 71 % осадков, поступающих на дневную поверхность, просачивается на глубины от 80 до 159 см. Это свидетельствует о реликтовом характере горизонта накопления легкорастворимых солей и гипса, находящегося на глубине 210–250 см, и об отсутствии связи этого горизонта с современным профилем черноземных почв. В свою очередь этот факт может свидетельствовать об аридизации климата по сравнению с периодом формирования этого реликтового горизонта.

Ключевые слова: черноземы обыкновенные карбонатные, карбонатные новообразования, белоглазка, гипс.

THE GENESIS OF CARBONATE AND GYPSUM HORIZONS IN ORDINARY CARBONATE CHERNOZEM

O.S. Bezuglova¹, E.N. Minayeva¹, I.V. Morozov¹

Abstract. The research is conducted on ordinary carbonate chernozems, according to the classification of soils of Russia – migration-segregation chernozems. The statistical analysis of drenching character of ordinary carbonate chernozem soil was carried out: the frequency as well as average, minimum and maximum longstanding wetted depth of the soil layer were studied. The mathematical calculation of the depth of wetting profile of medium-range automorphic soils considering the one-time receipt of the average annual norm of precipitation on the day surface, as well as the comparative analysis of the actual long-term and design depths of wetting of the Lower Don ordinary carbonate chernozem were conducted. The analysis showed that the formation of carbonate horizons in chernozems is associated with long-term dynamics of atmospheric precipitation. In this case, the upper boundary and the depth of carbonate nodular accumulation horizon is determined by the pulsating nature of the distribution of the annual precipitation amount in a multi-year cycle. The lower boundary of the penetration of a greater part of precipitation (drenching depth) for a 33-year period of observation corresponds to the part of the soil profile, in which carbonate neoformations in the form of carbonate nodular are localized. In the areas of Rostov region under consideration, up to 71 % of precipitation

¹ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южный федеральный университет (Academy of Biology and Biotechnology of D.I. Ivanovsky, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, e-mail: daftbio@mail.ru

entering the day surface seeps to depths of 80 to 159 cm. This indicates the relict nature of the horizon of accumulation of easily soluble salts and gypsum located at a depth of 210–250 cm, and the lack of connection of this horizon with the modern profile of Chernozem soils. In its turn, this fact may indicate the climate aridization in comparison with the period of formation of this relict horizon.

Keywords: ordinary carbonate chernozems, carbonate neof ormations, carbonate nodular, gypsum.

ВВЕДЕНИЕ

История изучения черноземных почв со времени выхода монографии В.В. Докучаева «Русский чернозем» насчитывает более 130 лет. На данный момент известны основные механизмы формирования, географические особенности распространения, изучена динамика состава и свойств, разработана диагностика, систематика и классификация данного типа почв.

Однако, как показывает опыт, до настоящего времени остается нерешенным вопрос о разработке количественных критериев для определения верхней и нижней границ черноземных почв. Как следствие, при изучении почв открытыми остаются принципиальные вопросы: где заканчивается исследуемая почва, на какую глубину проникает почвообразовательный процесс, какая часть профиля затронута современными почвообразовательными процессами, а какая его часть – наследие предыдущих этапов развития ландшафта, а следовательно, может рассматриваться как совокупность реликтовых признаков.

Все поставленные вопросы имеют прямое отношение к решению проблемы генезиса карбонатных горизонтов (BC_{ca} , C_{ca}) и горизонта накопления легкорастворимых солей и гипса ($C_{sa,cs}$), а следовательно, и к решению вопроса о развитии и эволюции черноземов обыкновенных карбонатных.

Анализ литературного материала показал, что все еще нет единого мнения о природе генезиса как карбонатного горизонта, так и горизонта легкорастворимых солей и гипса [1–6].

Цель данной работы – изучить влияние атмосферных осадков на формирование карбонатного горизонта, горизонта легкорастворимых солей и гипса черноземов обыкновенных карбонатных теплой южноевропейской фации.

Черноземы обыкновенные карбонатные средне-мощные характеризуются меньшей по сравнению с мощными видами мощностью гумусовых горизонтов ($A + B = 73–76$ см), более высоким залеганием карбонатов (карбонатная плесень начинается с 45 см, белоглазка – с 81–85 см), вскипанием от

10 % HCl с поверхности. В нижней части почвенного профиля, с глубины в среднем 220–250 см, встречается горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса [2; 6].

В большинстве случаев исследователи связывают образование карбонатного и солевого горизонтов с современной стадией формирования черноземных почв, рассматривая его как элемент почвенного профиля современных черноземов, в том числе и исследуемых нами почв [3–7].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования вели на черноземах обыкновенных карбонатных (североприазовских). Из научной и учебной литературы известно, что черноземы обыкновенные карбонатные (по классификации почв России [8] – черноземы миграционно-сегрегационные) формируются преимущественно на лёссовидных легких глинах и тяжелых суглинках, реже на красно-бурых глинах и суглинках [2; 6].

Черноземы обыкновенные карбонатные образовались на стыке двух климатических подрайонов. Согласно агроклиматическому районированию Ростовской области [9] первый подрайон занимает юго-западную часть области и включает Аксайский, Азовский, Зерноградский, Егорлыкский, Песчанокопский и частично Неклиновский, Мясниковский, Багаевский, Целинский, Сальский административные районы. Климат засушливый, ГТК 0,7–0,8. Сумма осадков за теплый период составляет 270–300 мм. Годовое количество осадков 423 мм. Лето жаркое. Сумма температур за период с температурой выше 10 °C составляет 3200–3400 °C, средняя температура июля 22–23 °C, продолжительность безморозного периода 180–190 дней.

Второй подрайон занимает центральную и западную части области. Сюда входят Матвеево-Курганский, Родионово-Несветайский и частично Неклиновский, Мясниковский, Октябрьский административные районы. Климат засушливый, недостаточно жаркий. Годовое количество осадков 483 мм. За период активной вегетации сельскохозяйственных культур накапливается 3000–3200 °C. Безморозный

период продолжается 165–175 дней. Среднемесячная температура июля составляет 22 °С [9].

Рельеф характеризуется неоднородностью. В юго-западной части Ростовской области расположена Северо-Приазовская эрозионная аккумулятивная равнина с общим уклоном к Таганрогскому заливу Азовского моря. Поверхность равнины слабо волнистая, с абсолютными отметками 0–120 м. На левобережье Дона находится Доно-Егорлыкская низменность. Ее поверхность – плоская равнина с небольшим уклоном в сторону Азовского моря. Реки, протекающие по низменности, извилистые, с небольшой глубиной, обширные водоразделы – плоские, с развитыми просадочно-суффозионными формами рельефа. Из-за неровностей рельефа и мощного слоя лёссовидных суглинков на всей территории распространения черноземов обыкновенных карбонатных формируется долинно-балочный рельеф. В то же время обширные плоские водораздельные пространства подвержены проявлению дефляционных процессов [10].

Полнопрофильные разрезы закладывали на разных элементах рельефа (11 шт.). В статистическую выборку включали также литературные данные [2; 6]. Для определения средней многолетней глубины промачивания профиля черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона и расчета частоты встречаемости наиболее распространенной глубины промачивания за 33 года (с 1948 по 1980 г.) использовали открытые источники информации [11] и методы кластерного анализа. Подробный расчет модели глубины промачивания описан в ранее опубликованных работах [12; 13].

Карта региона исследований приведена на рисунке 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях непромывного типа водного режима мощность черноземов обыкновенных карбонатных и глубина залегания карбонатного горизонта главным образом определяются нижней границей глубины промачивания почвенного профиля.

В качестве рабочей гипотезы нами принято допущение о том, что на водоразделах при глубоком залегании грунтовых вод и отсутствии поверхностного и внутрипочвенного бокового стока формируются среднемощные виды черноземов обыкновенных карбонатных, водный режим которых определяется исключительно характером поступления атмосферных осадков. С появлением же некото-

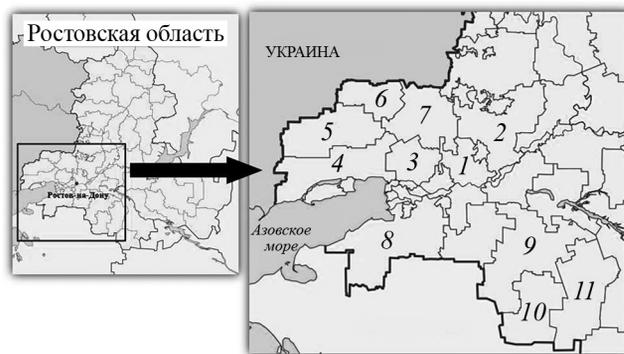


Рис. 1. Карта региона исследований режима промачивания почвенного слоя черноземов обыкновенных карбонатных. Административные районы исследований: 1 – Аксайский; 2 – Октябрьский; 3 – Мясниковский; 4 – Неклиновский; 5 – Матвеево-Курганский; 6 – Куйбышевский; 7 – Родионово-Несветайский; 8 – Азовский; 9 – Зерноградский; 10 – Егорлыкский; 11 – Целинский.

Fig. 1. Map of the region of studies of ordinary carbonate chernozem soil wetting: 1 – Aksay District; 2 – Oktyabrsky District; 3 – Myasnikovsky District; 4 – Neklinovsky District; 5 – Matveevo-Kurgan District; 6 – Kuibyshevsky District; 7 – Rodionovo-Nesvetaysky District; 8 – Azov District; 9 – Zernograd District; 10 – Yegorlyk District; 11 – Tselina District.

рого уклона на дневную поверхность почвы, располагающейся в пределах первой трети склонов, поступает дополнительное количество влаги за счет поверхностного и внутрипочвенного бокового стока. Это дополнительное количество влаги помимо атмосферных осадков приводит к увеличению глубины промачивания почвы и, соответственно, увеличению мощности почвенного профиля. Далее вниз по склону с увеличением расхода влаги за счет стока, в том числе и атмосферных осадков, глубина промачивания уменьшается, что выражается в уменьшении мощности почвенного профиля. Вследствие чередования мощности почв чередуются и глубина залегания карбонатного горизонта.

Рассматривая почву как физическое тело, полагаем, что в нашем случае, при непромывном типе водного режима, основой геохимического транспорта вещества и энергии является преимущественно нисходящий вертикальный ток влаги. Следовательно, распределение белоглазки не является хаотичным, а существенным образом зависит от количества атмосферной влаги, попадающей на поверхность почвы.

Кроме того, морфологические исследования показывают, что карбонатные новообразования в виде белоглазки формируются в направлении, перпендикулярном относительно нисходящего тока влаги (капиллярной и гравитационной), в сферических полостях – капиллярных и некапиллярных порах.

Мы считаем, что механизм образования белоглазки связан, с одной стороны, с диффузией насыщенной углекислотой паровоздушной смеси, последующей конденсацией влаги, а затем ее испарением. С другой стороны, возможно и перемещение насыщенных углекислотой почвенных растворов на соответствующую глубину с последующим испарением влаги. И в первом, и во втором случае испарение влаги сопровождается образованием карбонатов, основу которых на начальных этапах составляет чистый кальцит. При этом испарение должно носить взрывной характер (то есть испарение влаги происходит за счет резкого перепада температур, препятствующего капиллярному движению влаги), который и обеспечивает локализацию карбонатов в виде белоглазки. Форсированное испарение влаги связано с многолетним режимом промерзания. Так, для Ростовской области в целом и г. Ростова-на-Дону в частности средняя глубина промерзания в зависимости от гранулометрического состава грунтов колеблется от 66 до 86 см [9; 14].

В случае же постепенного повышения температуры почвы (в теплый период года) формируется восходящий капиллярный ток влаги, точнее, почвенного раствора, который после испарения влаги становится причиной формирования несферических карбонатных новообразований (трубочек, прожилков, мицелия).

Аналогичные представления нашли отражение в научной литературе, согласно им образование белоглазки не связано с иссушением верхней и средней частей почвенного профиля, поскольку пересыхают преимущественно верхние 30–40 см почвенной толщи [15], а обеспечивается периодическим сезонным промерзанием – оттаиванием почвенного профиля [16].

В зависимости от концентрации раствора варьируют размеры и количество карбонатных новообразований в виде белоглазки. Также округлая аккумулятивная форма белоглазки возможна за счет рыхлой структуры горизонта залегания белоглазки. То есть характер ее залегания зависит от особенности сложения почвенного профиля.

Ключевыми факторами образования белоглазки мы считаем следующие [13; 17]:

1. Увеличение содержания насыщенной углекислотой парообразной и капиллярной форм влаги в зоне формирования карбонатных новообразований, то есть на глубине, соответствующей среднему многолетнему максимуму глубины промачивания.

2. Периодическое сезонное промерзание почвенной толщи до глубины, соответствующей зоне формирования белоглазки, с последующим оттаиванием.

3. Особенности сложения лёссовидной породы (высокая пористость и трещиноватость, относительно низкая плотность сложения), в том числе наличие развитой микро-, мезо- и макропористости (диаметр пор колеблется от 1 до 3 мм).

Горизонт максимальной вторичной гидрогенной аккумуляции карбонатов обычно располагается в средней части профиля и характеризуется видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде белоглазки. Строение карбонатного горизонта, как и любого другого горизонта, характеризуется верхней и нижней границей. Границы горизонта определяем по наличию и характеру распределения в нем белоглазки. Верхняя граница карбонатного горизонта в черноземах обыкновенных карбонатных среднемощных Нижнего Дона находится на глубине 80–85 см. Нижняя граница горизонта лежит на отметке 150 см. Белоглазка в горизонте распределяется неравномерно.

Расчеты показали (табл. 1), что нижняя граница проникновения большей части осадков за 33-летний период наблюдений приходится на ту часть почвенного профиля, в которой локализованы карбонатные новообразования в виде белоглазки. Для черноземов обыкновенных карбонатных рассматриваемых нами районов Ростовской области в среднем до 71 % осадков, поступающих на дневную поверхность, проникает на глубины 80–159 см.

Следовательно, формирование карбонатных горизонтов прежде всего связано с многолетней динамикой атмосферных осадков. При этом верхняя граница и мощность горизонта накопления белоглазки будет определяться пульсирующим характером распределения суммы годовых осадков в многолетнем цикле. Редкая белоглазка начинается с 80 см, а этот «переходный горизонт», имеющий мощность примерно 10 см, как уже сказано выше, формируется в годы с минимальным количеством среднегодовых осадков. Скопление белоглазки отмечается примерно с глубины 90–95 см, что характерно для среднемощных черноземов обыкновенных карбонатных, и совпадает со средней многолетней глубиной промачивания и многолетним максимумом глубины промерзания. Глубина 160–180 см определена нами расчетным путем как максимальная глубина промачивания [13; 17], которая, однако, не является нижней границей белоглазки. В большинстве

Таблица 1. Характеристика промачивания почвенного слоя черноземов обыкновенных карбонатных
Table 1. Characteristics of wetting of the soil layer of ordinary carbonate chernozems

Административные районы Ростовской области / Administrative districts of Rostov Region	Частота встречаемости глубины промачивания 80–159 см, % / The frequency of occurrence of the depth of soaking 80–159 cm, %	Многолетняя глубина промачивания, см / Long-term depth of wetting, cm		
		Средняя Average	min	max
Аксайский / Aksay District	76	111,0	47,0	180,0
Октябрьский / Oktyabrsky District	79	98,0	44,0	150,0
Мясниковский / Myasnikovsky District	76	109,7	45,0	170,0
Неклиновский / Neklinovsky District	73	103,6	45,0	165,0
Матвеево-Курганский / Matveevo-Kurgan District	70	98,3	43,0	151,0
Куйбышевский / Kuibyshevsky District	70	97,8	43,0	150,0
Родионово-Несветайский / Rodionovo-Nesvetaysky District	73	96,3	43,0	145,0
Азовский / Azov District	70	106,9	47,0	187,0
Зерноградский / Zernograd District	63	107,6	40,0	182,0
Егорлыкский / Yegorlyk District	64	101,8	41,0	176,0
Целинский / Tselina District	64	98,3	42,0	176,0
Среднее / Average	71	102,7	43,6	166,5

случаев исследование почвенных профилей останавливается на горизонте массового скопления белоглазки, который для черноземов обыкновенных карбонатных определяют как горизонт С. Однако с формальной точки зрения в качестве горизонта С было бы правильнее выделять нижележащий слой, не затронутый аккумуляцией карбонатных новообразований в виде белоглазки.

Следует обратить внимание на то, что максимальная глубина промачивания не совпадает с нижней границей белоглазки. Это дает основание предполагать, что та часть горизонта накопления карбонатов в виде белоглазки, куда не попадает атмосферная влага, является реликтовой по отношению к современному почвообразовательному процессу. Но это происходит, скорее всего, не из-за изменения количества осадков, а по причине роста почвы вверх [18]. Так, если горизонт белоглазки «опустился» вниз по профилю, то, соответственно, он должен увеличиться и вверх по профилю. Горизонт BC_{ca} , где обнаруживают единичную белоглазку, является более молодой частью горизонта формирования белоглазки.

В то же время особенности водного режима, проявляющиеся в характере поступления и перераспределения атмосферной влаги, позволяют сделать предположение о реликтовом характере горизонта накопления легкорастворимых солей и гипса и об отсутствии его связи с современным профи-

лем черноземных почв. Данное предположение основано на представлениях о непромывном типе водного режима черноземов Нижнего Дона, о чем свидетельствуют средние многолетние данные по сумме годовых осадков и средняя многолетняя глубина промачивания почвенного профиля. Для подтверждения этого предположения нами рассчитаны гипотетические глубины промачивания профиля среднемощных автоморфных почв при допущении единовременного поступления средней годовой нормы атмосферных осадков на дневную поверхность. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Средний многолетний максимум осадков на юге Ростовской области составляет 650 мм, или 6500 м³/га [9]. Зная величины, характеризующие физические свойства черноземов обыкновенных карбонатных среднемощных Нижнего Дона [19], можно выяснить гипотетическую глубину промачивания, которая была бы возможна, если допустить единовременное поступление на поверхность сухой почвы влаги в количестве 6500 м³/га. Для этого необходимо знать полную влагоемкость почвы. Так, в Аксайском районе при максимальной глубине промачивания 180 см поровое пространство почвенного профиля равно 5856 м³/га, следовательно, для того, чтобы вместить 6500 м³/га воды, понадобится еще 644 м³/га порового пространства, что соответствует 19,8 см почвенного профиля. В итоге расчетная глубина промачивания

составит 199,8 см. Подробный расчет и результаты приведены в ранее опубликованных материалах [13; 17].

Аналогично нами рассчитаны глубины промачивания почвенного профиля автоморфных почв при допущении единовременного поступления на дневную поверхность средней многолетней нормы осадков (табл. 2).

Расчеты показывают, что максимальное количество воды, которое профиль рассматриваемой почвы (мощностью 192 см) может удержать за счет адсорбции, составляет 2972 м³/га. При этом максимальное количество капиллярной влаги, которое данный профиль может вместить, составляет 9471,6 м³/га.

Таким образом, при полевой влажности почвы, соответствующей максимальной молекулярной влагоемкости ($W_{\text{ММВ}}$), и допущении единовременного поступления атмосферных осадков в объеме, соответствующем годовой норме, глубина промачивания составит 192 см. Поскольку горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса залегает на глубине 220–250 см, можно утверждать, что данный солевой горизонт не питается атмосферными осадками и его происхождение имеет реликтовый

характер. О том, что случаев единовременного поступления такого количества осадков не было, свидетельствуют многолетние данные о месячных и суточных максимумах осадков в климатических справочниках Ростовской области за период наблюдения с 1901 по 2011 г. [20] и архив погоды до настоящего времени [21].

Большие аккумуляции гипса в почвах всегда связаны с древними или современными грунтовыми водами, из которых он выпадает после карбоната кальция; в частности, гипсовые новообразования формируются при обработке карбонатных горизонтов сульфатно-натриевыми грунтовыми водами [22].

Ранее грунтовые воды залегали ближе к дневной поверхности [23], и в результате повышенной степени гидроморфизма (восходящего тока капиллярной влаги) были образованы гипс и легкорастворимые соли. В настоящее время грунтовые воды залегают на глубине около 18 м в зависимости от элементов рельефа. С понижением уровня грунтовых вод произошла смена гидроморфного и/или полугидроморфного характера водного режима на автоморфный. Следствием таких изменений явилось остепнение исследуемой территории, которое мож-

Таблица 2. Расчет глубин промачивания почвенного профиля
Table 2. Calculation of soil profile wetting depth

Горизонт Horizon	Глубина залегания горизонта, см The depth of the horizon, cm	Мощность, см Depth of soil, cm	Плотность почвы, ρ_e , г/см ³ Soil density ρ_e , g/cm ³	МГВ, % МНС, %	НВ, % МВНС, %	Запас МГВ, м ³ /га Reserved MCH, m ³ · ha ⁻¹	Запас НВ, м ³ /га Reserved MWHC, m ³ · ha ⁻¹	Запас ММВ, м ³ /га Reserved MMWHC, m ³ · ha ⁻¹	Норма полива, м ³ /га / Reserved MWHC – reserved MMWHC, m ³ · ha ⁻¹
A _{пах}	0–25	25	1,00	8,10	45,5	202,5	1137,5	303,8	833,8
A _{п/пах}	25–45	20	1,20	8,60	41,8	206,4	1003,2	309,6	693,6
B ₁	45–65	20	1,40	8,90	38,4	249,2	1075,2	373,8	701,4
B ₂	65–81	16	1,30	8,50	36,4	176,8	757,12	265,2	491,9
BC	81–95	14	1,40	8,10	32,2	158,8	631,12	238,1	393,0
C ₁	95–150	55	1,45	7,00	34,5	500,5	2466,8	750,8	1716,0
C ₂	150–192	42	1,45	7,00	34,5	429,3	2116,1	644,0	1472,0

Примечание. МГВ – максимальная гигроскопичная влажность; НВ – наименьшая влагоемкость; ММВ – максимальная молекулярная влагоемкость почв.

Note. MCH – maximum hydroscopic capacity; MWHC – minimum water-holding capacity; MMWHC – maximum molecular water-holding capacity of soils.

но рассматривать как начальную стадию аридизации. С учетом этих фактов и минерального состава артезианских вод можно сделать вывод о реликтовом происхождении горизонта легкорастворимых солей и гипса.

ВЫВОДЫ

1. Нижняя граница проникновения большей части осадков за 33-летний период наблюдений приходится на ту часть почвенного профиля, в которой локализованы карбонатные новообразования в виде белоглазки. Для черноземов обыкновенных карбонатных рассматриваемых нами районов Ростовской области в среднем до 71 % осадков, поступающих на дневную поверхность, проникает на глубины 80–159 см.

2. Горизонт накопления белоглазки имеет как современную, так и реликтовую часть, не участвующую на данном этапе развития черноземов обыкновенных карбонатных в современных процессах почвообразования.

3. При полевой влажности почвы, соответствующей $W_{\text{ММВ}}$, и допущении единовременного поступления атмосферных осадков в объеме, соответствующем годовой норме, глубина промачивания составит 192 см. Поскольку горизонт накопления легкорастворимых солей и гипса залегает на глубине 220–250 см, можно утверждать, что данный солевой горизонт не питается атмосферными осадками и его происхождение имеет реликтовый характер.

4. В настоящее время грунтовые воды залегают на глубине около 18 м в зависимости от рельефа, ранее они залегали ближе к дневной поверхности; с учетом этих фактов и минерального состава артезианских вод можно сделать вывод о реликтовом происхождении горизонта легкорастворимых солей и гипса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00592 и при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-3464.2018.11).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилюк Ф.Я. 1939. Почвенный профиль по линии Ростов н/Д – Сальск – Семичная. В кн.: *Труды Ростовского областного биологического общества. Вып. 3*. Ростов н/Д: 3–24.
2. Захаров С.А. 1945. *Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика*. Ростов н/Д, Ростиздат: 123 с.
3. Афанасьева Е.А. 1974. Солевой профиль черноземов и пути его формирования. В кн.: *Черноземы СССР. Т. 1*. М., Колос: 145–156.
4. Лебедева И.И. 1974. Генетический профиль черноземов и его изменение в зависимости от биоклиматических условий. В кн.: *Черноземы СССР. Т. 1*. М., Колос: 84–109.
5. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Кутровский М.А. 2007. *Почвообразование на известняках и мергелях*. Ростов н/Д, Ростиздат: 198 с.
6. Безуглова О.С., Хырхырова М.М. 2008. *Почвы Ростовской области*. Ростов н/Д, изд-во ЮФУ: 352 с.
7. Добровольский В.А. 1969. *География и палеогеография коры выветривания СССР*. М., Наука: 261 с.
8. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. *Классификация и диагностика почв России*. Смоленск, Ойкумена: 342 с.
9. *Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Справочник*. 1972. Л., Гидрометеониздат: 251 с.
10. Чупахин В.М. 1974. *Физическая география Северного Кавказа*. Ростов н/Д, изд-во Ростовского ун-та: 196 с.
11. Свисюк И.В., Русева З.М. 1980. *Погода и урожай зерновых культур*. Ростов н/Д, Ростовское книжное изд-во: 144 с.
12. Минаева Е.Н. 2019. Новый подход к изучению морфологии черноземных почв. *Вестник молодёжной науки России*. 2. URL: https://docs.wixstatic.com/ugd/96814c_60c74e6038e84bdc81f8a0bb5ab338b6.pdf.
13. Морозов И.В., Безуглова О.С., Минаева Е.Н. 2017. О формировании карбонатного горизонта черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона. *Живые и биокосные системы*. 22. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-22/article-10/>.
14. *СНиП 23-01-99**. *Строительная климатология. Актуализированная версия*. 2012. М., Минрегион России: 109 с.
15. Лебедева И.И., Овечкин С.В. 1975. Карбонатные новообразования в черноземах Левобережной Украины. *Почвоведение*. 11: 14–30.
16. Голубцов В.А. 2017. Карбонатные новообразования в почвах Байкальского региона: процессы формирования и значение для палеопочвенных исследований. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 39: 6–28. doi: 10.17223/19988591/39/1
17. Морозов И.В., Минаева Е.Н., Безуглова О.С. 2018. О формировании гипсоносного горизонта в черноземах обыкновенных карбонатных. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 3(31): 121–131. doi: 10.31774/2222-1816-2018-3-121-131
18. Безуглова О.С., Морозов И.В., Кутровский М.А. 2008. Пегребенные почвы Недвиговского городища (Приазовье) и роль древнего антропогенного фактора в формировании черноземов. *Почвоведение*. 1: 17–26.
19. Садименко П.А., Симантовская К.И., Забегайлов А.А. 1977. Агрофизическая характеристика почв Ростовской области. В кн.: *Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон европейской части СССР*. М., Колос: 135–153.

20. *Погода и климат*. URL: <http://www.pogoda.ru.net/climate/34730.htm> (дата обращения: 15.09.2018).
21. *rp5.ru. Расписание погоды*. URL: https://rp5.ru/%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%D0%B2_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B5 (дата обращения: 22.10.2019).
22. Розанов Б.Г. 2004. *Морфология почв*. М., Академический проект: 432 с.
23. Сидоренко А.В. 1970. *Гидрогеология СССР. Том XXVIII. Нижний Дон и Северо-Восточное Приазовье*. М., Недра: 224 с.

REFERENCES

- Gavrilyuk F.Ya. 1939. [The soil profile on the line Rostov-on-Don – Salsk – Semichnaya]. In: *Trudy Rostovskogo oblastnogo biologicheskogo obshchestva. Вып. 3. [Proceedings of the Rostov Regional Biological Society. Vol. 3]*. Rostov-on-Don: 3–24. (In Russian).
- Zakharov S.A. 1945. *Pochvy Rostovskoy oblasti i ikh agronomicheskaya kharakteristika. [Soils of the Rostov Region and their agronomic characteristics]*. Rostov-on-Don, Rostizdat: 123 p. (In Russian).
- Afanasyeva E.A. 1974. [Salt profile of chernozems and ways of its formation]. In: *Chernozemy SSSR. T. 1. [Chernozems of the USSR. Vol. 1]*. Moscow, Kolos: 145–156. (In Russian).
- Lebedeva I.I. 1974. [Genetic profile of chernozems and its change depending on bioclimatic conditions]. In: *Chernozemy SSSR. T. 1. [Chernozems of the USSR. Vol. 1]*. Moscow, Kolos: 84–109. (In Russian).
- Valkov V.F., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I., Kutrovsky M.A. 2007. *Pochvoobrazovanie na izvestnyakakh i mergelyakh. [Soil formation on limestone and marls]*. Rostov-on-Don, Rostizdat: 198 p. (In Russian).
- Bezuglova O.S., Khyrkyrova M.M. 2008. *Pochvy Rostovskoy oblasti. [Soils of Rostov Region]*. Rostov-on-Don, Southern Federal University: 352 p. (In Russian).
- Dobrovolsky V.A. 1969. *Geografiya i paleogeografiya kory vyvetrivaniya SSSR. [Geography and paleogeography of the weathering crust of the USSR]*. Moscow, Nauka: 261 p. (In Russian).
- Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. 2004. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. [Classification and diagnostics of Russian soils]*. Smolensk, Oykumena: 342 p. (In Russian).
- Agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti. *Spravochnik. [Agro-climatic resources of Rostov Region. Handbook]*. 1972. Leningrad, Gidrometeoizdat: 251 p. (In Russian).
- Chupakhin V.M. 1974. *Fizicheskaya geografiya Severnogo Kavkaza. [Physical geography of the North Caucasus]*. Rostov-on-Don, Rostov University: 196 p. (In Russian).
- Svisyuk I.V., Ruseva Z.M. 1980. *Pogoda i urozhay zernovykh kul'tur. [Weather and grain harvest]*. Rostov-on-Don, Rostov Book Publishing House: 144 p. (In Russian).
- Minaeva E.N. 2019. [A new approach to the study of the morphology of chernozem soils]. *Vestnik molodezhnoy nauki Rossii. 2*. Available at: https://docs.wixstatic.com/ugd/96814c_60c74e6038e84bdc81f8a0bb5ab338b6.pdf. (In Russian).
- Morozov I.V., Bezuglova O.S., Minaeva E.N. 2017. [On the formation of the carbonate horizon of ordinary carbonate Chernozem of the Lower Don]. *Zhivye i biokosnye sistemy. 22*. Available at: <http://www.jbks.ru/archive/issue-22/article-10/>. (In Russian).
- SNiP 23-01-99*. *Stroitel'naya klimatologiya. Aktualizirovannaya versiya. [SNiP 23-01-99*. Construction climatology. Updated version]*. 2012. Moscow, Ministry of Regional Development of Russia: 109 p. (In Russian).
- Lebedeva I. I., Ovechkin S.V. 1975. [Carbonate neof ormations in chernozems of Left-Bank Ukraine]. *Pochvovedenie. 11*: 14–30. (In Russian).
- Golubtsov V.A. 2017. [Secondary carbonate accumulations in soils of the Baikal region: formation processes and significance for paleosoil investigations]. *Tomsk State University Journal of Biology. 39*: 6–28. (In Russian). doi: 10.17223/19988591/39/1
- Morozov I.V., Minaeva E.N., Bezuglova O.S. 2018. [On formation of gypsiferous horizon in ordinary carbonated chernozems]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii. 3(31)*: 121–131. (In Russian). doi: 10.31774/2222-1816-2018-3-121-131
- Bezuglova O.S., Morozov I.V., Kutrovskii M.A. 2008. Buried soils of the Nedvigovskoe Ancient Settlement and the role of the ancient anthropogenic factor in chernozem formation. *Eurasian Soil Science. 41(1)*: 13–21. doi: 10.1134/S106422930801002X
- Sadimenko P.A., Simantovskaya K.I., Zabegaylov A.A. 1977. [Agrophysical characteristics of soils of Rostov Region]. In: *Agrofizicheskaya kharakteristika pochv stepnoy i sukhostepnoy zon evropeyskoy chasti SSSR. [Agrophysical characteristics of soils of the steppe and dry steppe zones of the European part of the USSR]*. Moscow, Kolos: 135–153. (In Russian).
- Pogoda i klimat. [Weather and climate]*. Available at: <http://www.pogoda.ru.net/climate/34730.htm> (accessed 15 September 2018). (In Russian).
- rp5.ru. Reliable prognosis*. Available at: https://rp5.ru/Weather_in_the_world (accessed 22 October 2019).
- Rozanov B.G. 2004. *Morfologiya pochv. [The morphology of the soil]*. Moscow, Akademicheskiiy proekt: 432 p. (In Russian).
- Sidorenko A.V. 1970. *Gidrogeologiya SSSR. Tom XXVIII. Nizhniy Don i Severo-Vostochnoe Priazov'e. [Hydrogeology of the USSR. Vol. 28. The Lower Don and the Azov Sea North-Eastern area]*. Moscow, Nedra: 224 p. (In Russian).

Поступила 25.09.2019