УДК 631.42
DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.4.123

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОРГАНОПРОФИЛЯ ЧЕРНОЗЕМОВ КАМЕННОЙ СТЕПИ

Александра Михайловна Саинчук
Константин Егорович Стекольников

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Об эволюции почвенного покрова Каменной степи под влиянием лесных полос впервые упоминается в работах Г.М. Тумина (1923). В период 1925–1929 гг. под его руководством П.Г. Адерихиным на основании изучения влияния лесных полос на почвы Каменной степи было показано, что скорость эволюции профиля почв неодинакова и зависит от возраста, ширины лесных полос и расстояния до них. Представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения эволюции гранулометрического состава и органопрофиля чернозема обыкновенного в условиях Каменной степи (стационар А.Ф. Витера, заложенный в 1968 г.). В лабораторных условиях определяли гранулометрический состав по Качинскому, содержание гумуса – по Тюрину в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием, CO_2 карбонатов – газоволюметрическим методом. Установлено, что под влиянием развивающегося гидроморфизма изучаемой территории происходят процессы выщелачивания и декальцирования профиля почв. Следствием этого является существенная трансформация гранулометрического состава и органопрофиля изучаемых почв. Выявлена слабая (разрез 3) и тесная связь (разрезы 4–6) содержания $C_{орг}$ с фракцией крупной пыли – соответственно r^1 0,309; 0,956; 0,900 и 0,846; средняя (r^2 0,454; 0,599) в разрезах 1–2 и в разрезе 3 сильная (0,781) связь содержания $C_{орг}$ с фракцией средней пыли; средняя и сильная связь (за исключением разреза 4) содержания $C_{орг}$ с фракцией тонкой пыли (соответственно r^3 0,603; 0,738; 0,617; 0,787 и 0,535). Полученные данные дают основание утверждать, что основная масса $C_{орг}$ закрепляется не на илистых частицах, а на частицах тонкой пыли. В пользу этого говорит и выявленная тесная отрицательная связь содержания $C_{орг}$ с илом – r^4 варьирует в пределах 0,612–0,957.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эволюция черноземов, выщелачивание, декальцирование, трансформация, гранулометрический состав, органопрофиль.

EVOLUTIONARY TRANSFORMATION OF GRANULOMETRIC COMPOSITION AND ORGANIC PROFILE OF CHERNOZEMS IN THE KAMENNAYA STEPPE

Aleksandra M. Sainchuk
Konstantin E. Stekolnikov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The evolution of topsoil of the Kamennaya Steppe under the influence of forest belts was first mentioned in the works of G.M. Tumin (1923). During the period of 1925-1929 P.G. Aderikhin supervised by G.M. Tumin studied the influence of forest belts on the soils of the Kamennaya Steppe and showed that the rate of evolution of the soil profile varies and depends on the age, width of forest belts and the distance to them. The authors present the results of research conducted in order to study the evolution of texture and organic profile of ordinary chernozem in the conditions of the Kamennaya Steppe (stationary experiment laid by A.F. Viter in 1968). In the laboratory conditions the authors determined the texture and particle size distribution according to Kachinsky, the humus content according to Tyurin adapted by Nikitin with spectrophotometric termination, and CO_2 of carbonates by the gas volumetric method. It is established that the influence of the developing hydromorphism of the studied territory causes the development of the processes of soil leaching and decalcification. The consequence of this is a significant transformation of texture and organic profile of the studied soils. It was revealed that there was a weak (profile 3) and close relationship (profiles 4-6) between the content of C_{org} and the coarse silt fraction:

r^1 0.309; 0.956; 0.900 and 0.846, respectively. The relationship between the content of C_{org} with the medium silt fraction was medium (r^2 0.454; 0.599) in profiles 1-2 and strong in profile 3 (0.781). The relationship between the content of C_{org} with the fine dust fraction was medium or strong, except profile 4 (r^3 0.603; 0.738; 0.617; 0.787 and 0.535, respectively). The obtained data suggests that the bulk of C_{org} is fixed not on silty particles, but on fine dust particles. This is also confirmed by the close negative relationship between the C_{org} content and silt (r^4 varies between 0.612 and 0.957).
KEYWORDS: evolution of chernozems, leaching, decalcification, transformation, texture, organic profile.

Введение

Почвенный покров Каменной степи был всесторонне изучен учеными-почвоведами К.Д. Глинкой и Н.М. Сибирцевым в период закладки первых лесных полос (1884–1886 гг.). В те годы почвообразование протекало преимущественно под влиянием многолетней травянистой растительности. С момента начала работ экспедиции В.В. Докучаева почвообразование протекает под всевозрастающим влиянием антропогенного фактора, главным является влияние лесных полос [5].

Об эволюции почвенного покрова Каменной степи под влиянием лесных полос впервые упоминается в работах Г.М. Тумина (1923). В период 1925–1929 гг. под его руководством П.Г. Адерихиным изучалось влияние лесных полос на почвы Каменной степи. Было выявлено, что лесные полосы оказывают влияние на все параметры почв. Спустя 40–50 лет исследованиями П.Г. Адерихина было установлено, что чернозем обыкновенный постепенно эволюционирует в выщелоченный. Скорость эволюции профиля почв неодинакова и зависит от возраста, ширины лесных полос и расстояния до них. Исследованиями Б.П. Ахтырцева, выполненными в 1980–1990 гг., было установлено минимальное влияние лесных полос на эволюцию чернозема обыкновенного [2, 9].

К.Е. Стекольниковым с соавт. в июле 2017 г. в стационарном опыте в Каменной степи выявлена трансформация чернозема обыкновенного в выщелоченный. За истекшие 123 года (с даты, когда были заложены первые лесные полосы) почвы под влиянием лесных полос заметно эволюционировали. Скорость и направление эволюции до настоящего времени остаются недостаточно изученными, что и обусловило актуальность проведенных нами исследований [8].

Объект исследований

Объектом исследования являются черноземные почвы стационара А.Ф. Витера. Опыт был заложен в 1968 г. в трехкратной повторности. В течение последних 25–30 лет опытный участок использовался в полевом севообороте без применения удобрений.

В 2017 г. в соответствии с программой экспериментальных исследований сотрудниками кафедры агрохимии и почвоведения Воронежского ГАУ были заложены 6 почвенных разрезов (по 2 разреза на каждой повторности опыта) глубиной 1,5–1,8 м.

Выполнены полевое описание и диагностика почв. Для лабораторных исследований из генетических горизонтов были отобраны почвенные образцы.

На исследуемом участке хорошо проявляются просадочные явления в виде западин и блюдцеобразных понижений различной площади и глубины вреза. На момент проведения исследований на участке был посеян подсолнечник. Наличие понижений обусловило существенную пестроту посева по высоте растений: отмечены колебания от 0,6–0,8 до 1,5–2,0 м.

Представлены результаты исследования, проведенного авторами с целью изучения эволюции гранулометрического состава и органопрофиля чернозема обыкновенного в условиях Каменной степи**.**

Методы исследований

В лабораторных условиях определяли:

- гранулометрический состав – по Качинскому;

- содержание гумуса – по Тюрину в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием;

- содержание CO_2 карбонатов – газоволюметрическим методом [7].

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований представлены в таблицах 1–5 и на рисунках 1–2.

По содержанию физической глины почва является тяжелоглинистой. Преобладающей фракцией является крупнопылеватая – 0,05–0,01 мм, так называемая лессовая. Эта фракция важна для понимания генезиса почвообразующей породы. При содержании лессовой фракции выше 30–40% можно утверждать, что почвообразующей породой является лесс.

К сожалению, и в науке, и тем более в практике, гранулометрический состав почв изучается только с целью определения разновидности и разряда почв. Однако результаты гранулометрического состава следует использовать и для решения некоторых вопросов генезиса почв и оценки профилеобразующих процессов. В этом отношении важны не только содержание фракций, но и характер их распределения по профилю. Так, перераспределение тонких фракций по профилю может свидетельствовать о развитии процесса элювиирования, или внутрипочвенного оглинивания.

В агролесоландшафте Каменной степи почвы, подвергшиеся поверхностному сезонному переувлажнению, распространены на плоских водоразделах с хорошо развитым западинным микрорельефом. Это обусловливает формирование водного режима промывного типа и, как следствие, существенное элювиирование профиля изучаемых почв, что сопровождается существенной трансформацией минеральной матрицы.

Характерной особенностью гранулометрического состава черноземов типичных и обыкновенных является равномерный характер распределения гранулометрических фракций по профилю. Гранулометрический состав черноземов типичных и обыкновенных, сформировавшихся на лессах, характеризуется преобладанием крупнопылеватой фракции, на долю которой приходится более половины всей почвенной массы [6]. На этих почвах, как правило, отмечают равномерное распределение гранулометрических фракций по профилю, хотя возможно и некоторое утяжеление гранулометрического состава в нижней части профиля. В гранулометрическом составе этих почв наблюдается очень низкая опесчаненность профиля. Совершенно иной характер содержания и распределения гранулометрических фракций наблюдается в этих почвах при развитии процессов эволюции или деградации, о чем наглядно свидетельствуют данные, представленные на рисунке 1.

Как следует из данных рисунка 1, содержание фракции крупной пыли (0,05–0,01 мм) в изучаемых почвах неодинаково. Минимальное содержание лессовой фракции наблюдается в разрезе 1 и несколько большее в разрезе 5, а в остальных разрезах содержание этой фракции составляет 22,15–49,54%. Профиль почвы резко дифференцирован по содержанию лессовой фракции и соответствует элювиально-иллювиальному типу. Общей тенденцией в распределении крупной пыли является снижение ее содержания в нижней части профиля. В пределах гумусового горизонта, особенно в его нижней части, для большинства разрезов характерна аккумуляция крупной пыли (разрезы 2, 3, 5).

Обратная зависимость наблюдается по содержанию и распределению по профилю фракции средней пыли (0,01–0,005 мм). Максимальное ее количество отмечается в разрезе 1, а в разрезе 5 содержание этой фракции заметно выше по сравнению с фракцией крупной пыли.

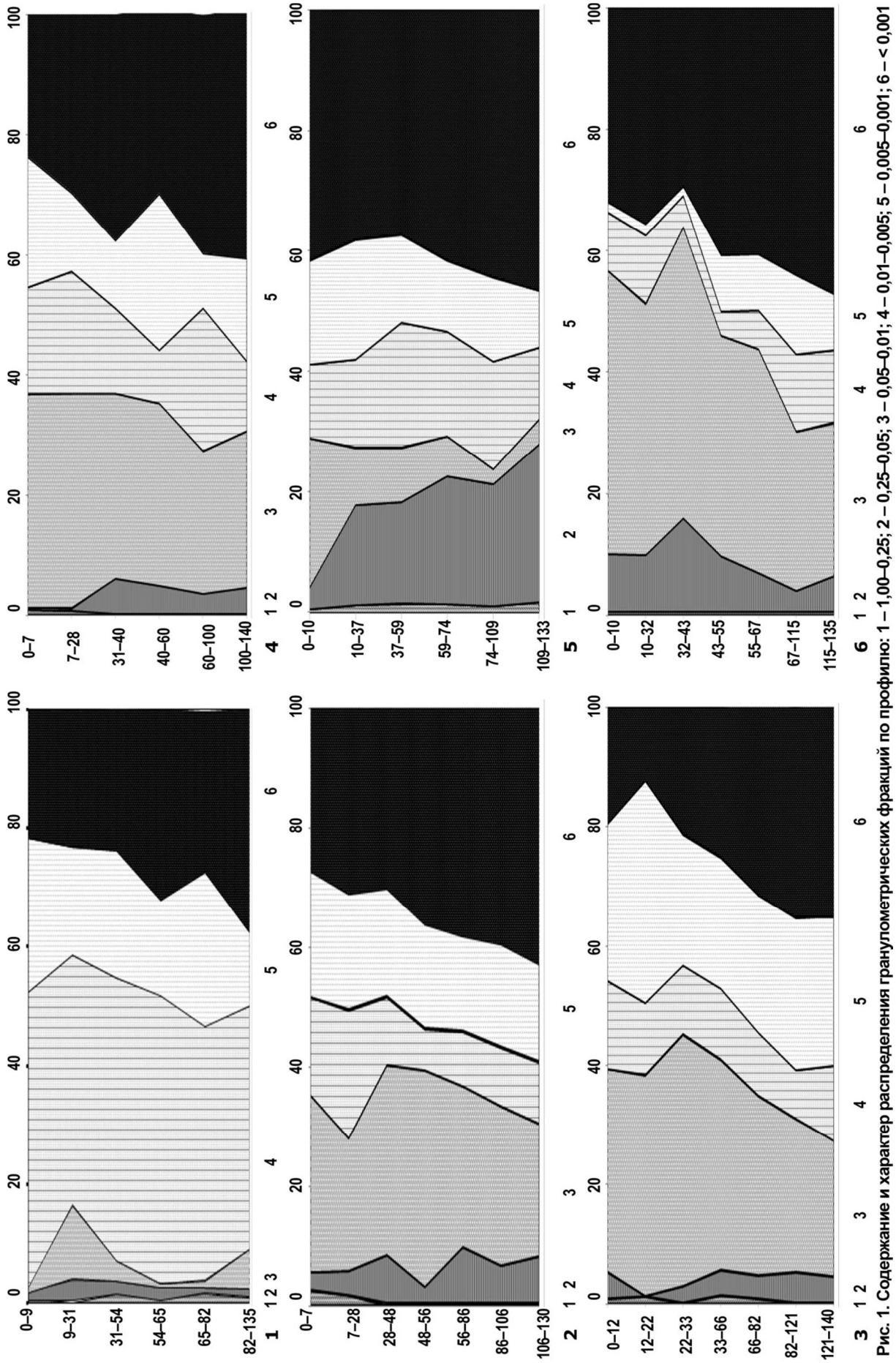

Рис. 1. Содержание и характер распределения гранулометрических фракций по профилю: 1 – 1,00–0,25; 2 – 0,25–0,05; 3 – 0,05–0,01; 4 – 0,01–0,005; 5 – 0,005–0,001; 6 – < 0,001

Характер распределения по профилю фракции крупной и средней пыли элювиально-иллювиальный, что указывает на развитие процессов элювиирования этих фракций под влиянием нисходящего тока влаги. Это прямое следствие усиления гидроморфизма почв изучаемой территории. Подобная закономерность в изменении содержания фракций крупной и средней пыли может быть связана с процессами выщелачивания карбонатов и деструкцией фракции крупной пыли (r^1). Между количеством крупной пыли и послойным содержанием средней пыли выявлена корреляционная связь (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты парной корреляции

Коэффициент корреляции	Слой, см					
	0–12	12–22	22–33	33–66	66–82	82–121
r^1	–0,740	–0,286	–0,667	–0,746	–0,607	–0,473
r^2	–0,969	–0,924	–0,958	–0,978	–0,964	–0,989
r^3	–0,191	0,519	0,034	0,313	–0,223	0,387
r^4	0,530	0,774	0,493	0,509	0,801	0,584

В слоях 0–12 и 33–66 см выявлена тесная отрицательная связь содержания фракции крупной пыли с фракцией мелкой пыли, в слое 12–22 см она слабая отрицательная, а в остальных слоях − средняя отрицательная.

Наибольший интерес представляют выявленные связи содержания лессовой фракции с содержанием средней, тонкой пыли и илом. По рассчитанным коэффициентам корреляции r^2–r^4, представленным в таблице 1, можно сделать вывод, что между содержанием лессовой фракции и средней пыли существует тесная отрицательная связь по всему профилю – r^2 = –0,924 … –989. Высокому содержанию лессовой фракции соответствует низкое содержание фракции средней пыли, и наоборот. Таким образом, можно утверждать, что повышение содержания фракции средней пыли является следствием деструкции фракции крупной пыли (лессовой).

Связь содержания фракции крупной пыли с тонкой не столь явная, но в слоях 12–22, 33–66 и 82–121 см она оценивается как средняя и слабая. А вот между содержанием фракции крупной пыли и илом выявлена средняя и тесная связь по всему профилю – r^4 = 0,493–0,801.

Представляет интерес содержание и характер распределения по профилю фракции тонкой пыли и ила (0,005–0,001 и < 0,001 мм). Общей закономерностью в распределении этих фракций по профилю является обогащение верхней части профиля тонкой пылью, а нижней части – илом. Распределение тонкой пыли по профилю элювиально-иллювиальное. Характер распределения ила по профилю указывает на утяжеление гранулометрического состава в нижней части профиля. Это может быть обусловлено элювиированием профиля под влиянием нисходящего тока влаги вследствие усиления гидроморфизма изучаемой территории. Максимальное содержание ила по всему профилю наблюдается в разрезах 5 и 6, а минимальное – в разрезе 3 в пределах верхней части органопрофиля. Считаем, что подобное распределение этих фракций по профилю связано с декальцированием профиля.

Для подтверждения этого мы рассчитали коэффициенты корреляции послойного содержания фракции крупной пыли (0,01–0,05 мм), средней пыли (0,05–0,001 мм), тонкой пыли (0,005–0,001 мм) и ила (< 0,001 мм) с карбонатами – соответственно r^1– r^4 (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты парной корреляции послойного содержания фракции крупной, средней и тонкой пыли и ила с карбонатами

Коэффициент корреляции	Слой, см					
	0–12	12–22	22–33	33–66	66–82	82–112
r^1	–0,073	0,002	–0,282	0,785	0,187	0,460
r^2	–0,085	–0,087	0,034	0,313	–0,046	–0,471
r^3	–0,817	–0,702	0,001	–0,798	–0,485	0,040
r^4	0,644	0,137	0,277	0,096	0,249	0,033

В связи с существенным декальцированием верхней части профиля почвы связь содержания крупной пыли с карбонатами наблюдается только в нижней части профиля в переходном горизонте ($r^1 = 0,785$) и в почвообразующей породе ($r^1 = 0,460$) и оценивается как соответственно тесная и слабая. Связь содержания фракции средней пыли с карбонатами выражена менее явно, она слабая в слое 33–66 см ($r^2 = 0,313$) и слабая отрицательная – в почвообразующей породе – $r^2 = –0,471$. Связь содержания фракции тонкой пыли с содержанием карбонатов практически по всему профилю тесная в пределах гумусового горизонта – $r^3 = –0,817 \ldots –0,702$, а в переходном горизонте снижается до слабой отрицательной – $r^3 = –0,485$. Наиболее тесная связь содержания ила с карбонатами выявлена только в слое 0–12 см ($r^4 = 0,644$), вниз по профилю она снижается до слабой или отсутствует.

Несколько иные закономерности прослеживаются при расчетах парной корреляции по профилю почвы (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты парной корреляции по профилю почвы

Коэффициент корреляции	Разрез					
	1	2	3	4	5	6
r^1	0,171	–0,247	–0,870	–0,874	–0,812	–0,819
r^2	–0,681	–0,259	–0,816	0,230	–0,337	0,602
r^3	–0,541	–0,294	–0,202	–0,397	–0,653	–0,068
r^4	0,903	0,606	0,808	0,762	0,859	0,634

Примечание: коэффициенты парной корреляции: $r^1 – C_{карб}$ – фракция крупной пыли; $r^2 – C_{карб}$ – фракция средней пыли; $r^3 – C_{карб}$ – фракция мелкой пыли; $r^4 – C_{карб}$ – фракция ила.

Как следует из представленных в таблице 3 данных, в разрезах 3–6 выявлена тесная отрицательная связь содержания фракции крупной пыли и карбонатов ($r^1 = –0,812 \ldots – 0,874$). Связь содержания фракции средней пыли с карбонатами варьирует от очень слабой отрицательной и прямой в разрезах 2, 4 до отрицательной средней и слабой – в разрезах 1, 5 и средней – в разрезе 6. Связь содержания фракции тонкой пыли с карбонатами отрицательная средняя в разрезах 1, 5 и 6 и слабая отрицательная – в разрезе 4. Связь содержания ила и карбонатов варьирует от средней в разрезах 2, 6 до тесной – в остальных.

Полученные нами данные позволяют утверждать, что эволюция изучаемой почвы обусловлена прежде всего усилением процессов гидроморфизма территории и связанными с ними процессами выщелачивания и декальцирования профиля. Следствием этих процессов является существенная трансформация гранулометрического состава изучаемых почв. Как результат выщелачивания карбонатов из верхней части профиля наблюдается диспергирование крупной пыли, именно поэтому изменяется содержание и соотношение гранулометрических фракций, а также и характер их распределения по профилю. Он изменяется с равномерного типа на элювиально-иллювиальный. Профиль почвы существенно дифференцирован по содержанию всех гранулометрических фракций.

Существенной трансформации подвергся и органопрофиль изучаемых почв. Для черноземов типичных и обыкновенных характерны высокое содержание органического углерода и постепенно убывающий тип распределения по профилю (табл. 4).

Таблица 4. Содержание и характер распределения $C_{орг}$ по профилю

Слой, см	Разрез					
	1	2	3	4	5	6
0–12	4,31	4,94	4,33	4,83	4,79	4,16
12–22	4,02	5,01	4,58	4,64	4,44	4,41
22–33	3,40	3,44	3,25	3,56	4,31	3,92
33–66	2,09	4,26	1,93	2,80	3,24	2,28
66–82	2,31	2,48	1,31	1,32	1,76	1,86
82–121	1,07	1,26	0,79	0,72	0,88	1,64

Органопрофиль изучаемых почв разрезов 1, 5 и 6 трансформирован в наименьшей степени, а характер распределения $C_{орг}$ по профилю близок к естественному – постепенно убывающему. Это наиболее наглядно представлено на рисунке 2. В разрезах 2–4 наблюдается резкое снижение содержания $C_{орг}$ в средней части органопрофиля, т. е. эта часть заметно элювиирована. Максимальная мощность органопрофиля отмечается в разрезах 1, 2, 5 и 6 (превышает 80 см), в остальных − значения мощности достигают 70 см.

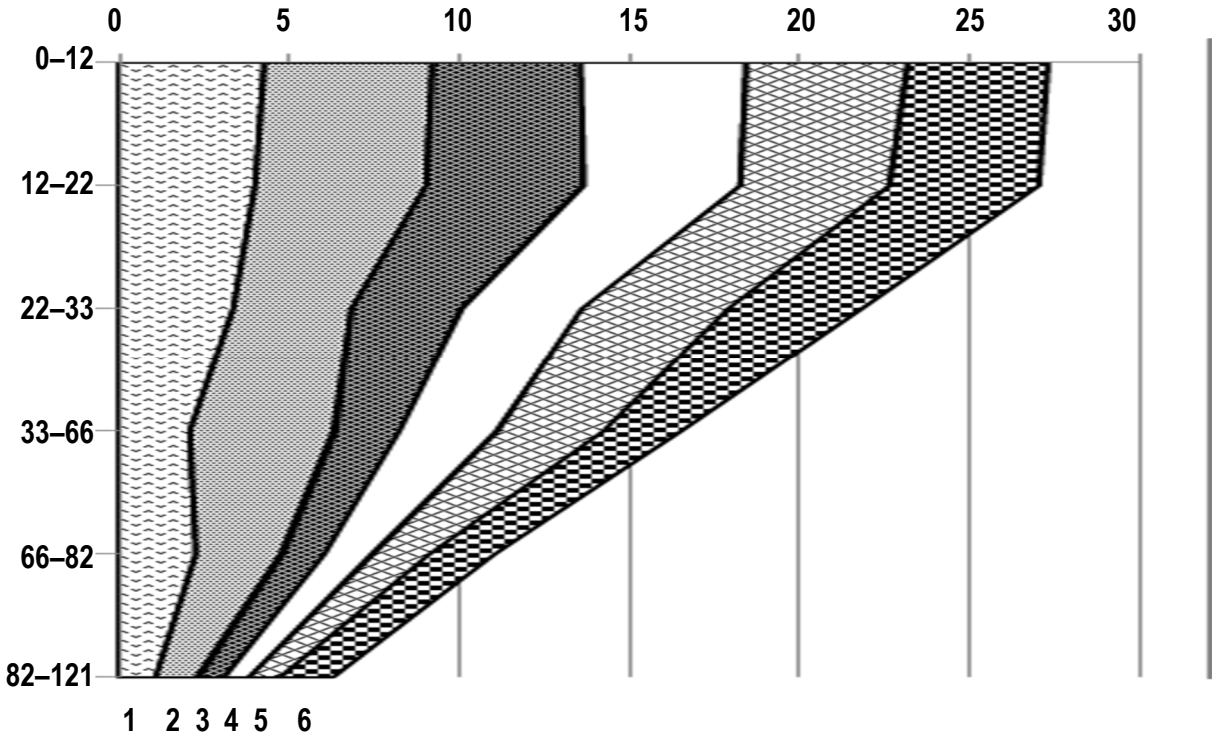

Рис. 2. Содержание и характер распределения по профилю органического углерода

На содержание и характер распределения органического углерода оказывают влияние многие параметры состояния почв. В основном это показатели физико-химического состояния, а также содержание свободных форм кальция. Гумусовые кислоты в присутствии кальция образуют малорастворимые гуматы кальция. Гумусовые вещества активно взаимодействуют с минеральной матрицей и закрепляются на ней. В сущности, для накопления гумусовых веществ важно наличие свободной поверхности на почвенных частицах [3, 4].

Считается, что основная часть $C_{орг}$ закрепляется на илистой фракции. Характер превращения органического вещества определяется в первую очередь соотношением физической глины и физического песка. От содержания основных гранулометрических фракций сильно зависит не только глубина гумификации, но и фракционный состав гумуса. Физический песок обусловливает образование подвижных форм гумуса, а физическая глина способствует образованию стабильных малоподвижных форм гумуса [1].

Для выявления связи размеров частиц с закреплением на них гумусовых веществ мы рассчитали коэффициенты парной корреляции $C_{орг}$ и гранулометрических фракций. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5. Коэффициенты парной корреляции содержания $C_{орг}$ и гранулометрических фракций

Коэффициент корреляции	Разрез					
	1	2	3	4	5	6
r^1	0,146	0,098	0,309	0,956	0,900	0,843
r^2	0,454	0,599	0,781	0,157	0,173	0,108
r^3	0,603	0,738	0,617	0,189	0,787	0,535
r^4	-0,957	-0,791	-0,612	-0,859	-0,854	-0,876

Примечание: коэффициенты парной корреляции: r^1 – $C_{огр}$ – фракция крупной пыли; r^2 – $C_{орг}$ – фракция средней пыли; r^3 – $C_{орг}$ – фракция мелкой пыли; r^4 – $C_{орг}$ – фракция ила.

Выявлена слабая (разрез 3) и тесная связь (разрезы 4–6) содержания $C_{орг}$ с фракцией крупной пыли – соответственно r^1 0,309; 0,956; 0,900 и 0,846; средняя (r^2 0,454; 0,599) в разрезах 1–2 и разрезе 3 сильная (0,781) связь содержания $C_{орг}$ с фракцией средней пыли; средняя и сильная связь (за исключением разреза 4) содержания $C_{орг}$ с фракцией тонкой пыли (соответственно r^3 0,603; 0,738; 0,617; 0,787 и 0,535). Полученные данные дают основание утверждать, что основная масса $C_{орг}$ закрепляется не на илистых частицах, а на частицах тонкой пыли. Об этом свидетельствует и выявленная тесная отрицательная связь содержания $C_{орг}$ с илом – r^4 варьирует в пределах 0,612–0,957.

Следует отметить, что важны не только размеры частиц, но и наличие свободных форм кальция. Для доказательства этого утверждения нами рассчитаны коэффициенты корреляции послойного содержания $C_{орг}$ и CO_2 карбонатов (представлены ниже).

Слой, см	0–12	12–22	22–33	33–66	66–82	82–112
r	0,530	0,108	0,917	–0,090	–0,844	–0,262

Установлена средняя и тесная связь содержания $C_{орг}$ с CO_2 карбонатов в слоях 0–12 и 22–33 см и сильная отрицательная связь в слое 66–82 см – соответственно r 0,530; 0,917 и –0,844. Таким образом, в пределах органопрофиля содержание $C_{орг}$ зависит от содержания CO_2 карбонатов. Обратная зависимость содержания $C_{орг}$ от содержания CO_2 карбонатов наблюдается при расчете коэффициентов корреляции по профилю изучаемых почв (представлены ниже).

Разрез	1	2	3	4	5	6
r	–0,781	–0,793	–0,807	–0,892	–0,944	–0,598

Между содержанием $C_{орг}$ и CO_2 карбонатов выявлена тесная отрицательная связь: r варьирует в пределах 0,781–0,944 в разрезах 1–5, а в разрезе 6 она средняя отрицательная (r = –0,598). Это тоже вполне объяснимый результат, так как в пределах органопрофиля карбонаты практически полностью выщелочены, содержание CO_2 составляет от 0,08 до 0,16% в разрезах 1–5 и от 0,04 до 0,97% – в разрезе 6. При этом надо учитывать, что карбонатный горизонт в профиле почвы выполняет функцию геохими-

ческого барьера для гумусовых веществ. Поэтому выявленная нами тесная отрицательная связь содержания $C_{орг}$ и CO_2 карбонатов вполне закономерна [10].

Выводы

Вследствие усиления гидроморфизма чернозем обыкновенный эволюционирует в чернозем выщелоченный. Процесс сопровождается трансформацией гранулометрического состава с явно выраженной диспергацией фракции крупной пыли, что подтверждается результатами математической обработки.

Установлено что разрушение крупной пыли обусловлено выщелачиванием карбонатов. Органопрофиль претерпевает существенную трансформацию, приводящую к его дифференциации.

Математическая обработка показала, что основная масса $C_{орг}$ закрепляется на фракции тонкой пыли.

Доказано, что содержание и характер распределения $C_{орг}$ по профилю связаны с содержанием и характером распределения карбонатов.

Библиографический список

1. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО : монография / В.В. Абрукова, Д.А. Букреев, И.И. Васенёв и др. ; под ред. А.П. Щербакова и И.И. Васенёва. – Курск : [б. и.], 1996. – 329 с.

2. Адерихин П.Г. Состав гумуса черноземов ЦЧО и его изменения при окультуривании / П.Г. Адерихин, Г.А. Шевченко // Агрохимия. – 1968. – № 5. – С. 82–89.

3. Ахтырцев Б.П. Изменение обыкновенного чернозема под воздействием 80-летнего дубового насаждения / Б.П. Ахтырцев // Почвоведение. – 1956. – № 11. – С. 50–58.

4. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров Среднерусского Черноземья / Б.П. Ахтырцев, А.Б. Ахтырцев. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1993. – 212 с.

5. Вековая динамика, экологические проблемы и перспективы использования черноземов / А.П. Щербаков, И.И. Васенёв, Ф.И. Козловский, И.А. Крупеников, И.И. Лебедева, Д.И. Щеглов. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1996. – 26 с.

6. Глинка К.Д. Геология и почвы Воронежской губернии / К.Д. Глинка. – Воронеж : Ред.-изд. комитет Наркозема Средне-Черноземной обл., 1921. – 60 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.

8. Стекольников К.Е. Карбонатно-кальциевый режим и гумусовое состояние черноземов лесостепи ЦЧЗ : дис. … д-ра с.-х. наук : 03.02.13 / К.Е. Стекольников. – Воронеж, 2011. – 409 с.

9. Тумин Г.М. Влияние лесных полос на почву в Каменной Степи / Г.М. Тумин. – Воронеж : Изд-во «Коммуна», 1930. – 40 с.

10. Щеглов Д.И. Черноземы Центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. – Москва : Наука, 1995. – 214 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Александра Михайловна Саинчук – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agronomy.vsau.ru.

Константин Егорович Стекольников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 18.11.2019 Дата принятия к печати 24.12.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Aleksandra M. Sainchuk, Postgraduate Student, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Konstantin E. Stekolnikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Received November 18, 2019 Accepted after revision December 24, 2019