

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ НА ПОКРОВНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОРАЗДЕЛОВ МОЛДОВЫ И СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В.Е. Алексеев

*Институт Почвоведения, Агрохимии и Защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача исследования заключалась в том, чтобы установить, отличаются ли по составу, а также профильному распределению силикатных минералов черноземы Молдовы и Русской равнины, сформировавшиеся на покровных лессовидных отложениях водоразделов, – геоморфологической позиции, где потенциал черноземного почвообразования реализуется наиболее полно. Именно эти минералогические показатели как результат, с одной стороны, процессов выветривания и почвообразования, а, с другой, геологической истории регионов, охватываются понятием минералогическое состояние почв.

Покровные отложения водоразделов и террас чаще всего выступают в качестве почвообразующих пород черноземов. Вместе с тем их генезис до сих пор остается дискуссионным. В силу больших размеров территории Русской равнины характер почвообразующих пород на ней весьма разнообразен. Осадочный материал поступал из самых разных источников: пород морен, местного материала древних комплексов пород, пород горного обрамления (Урал, Кавказ, Карпаты), древних (дочетвертичных) пород центральных фаций равнины [1]. Наряду с этим можно найти сведения, что минералогический, гранулометрический и химический состав покровных отложений Русской равнины достаточно однообразен. Основная причина, как считается, заключается в том, что «в осадках центральных фаций равнины принимали участие поставки вещества с разных направлений и разного типа: ледового, горного (карпатского и уральского) и древних комплексов Южно-Русского моря и Кавказа» [1]. Важную роль в однообразии состава пород равнины сыграл глубокий врез современной речной системы, доходящий местами до 50–100 м, в результате чего в речной сток, осадки и отложения террас поступал материал пород по меньшей мере всего кайнозоя [2]. Аналогичные представления о выдержанности состава мелкозема покровных отложений равнины находим

и у другого исследователя, что явилось важным фактором формирования ясно выраженной мегаструктуры почвенного покрова региона [3].

Определенные представления сложились и в отношении покровных лессовидных отложений Молдовы. Здесь черноземы также сформировались в основном на этих породах, и их происхождение до настоящего времени также остается дискуссионным [4]. Имеются указания, что химизм и минералогия лессовидных пород свидетельствует о том, что его источником является не привнесенный извне материал, а местные коренные алевроитовые и глинистые породы позднего миоцена и плиоценовые субаэральные образования [4]. С поднятием территории в четвертичное время они подверглись интенсивному эрозионному и денудационному воздействию и золотому развеванию. В то же время наличие в Молдове лессовых отложений чисто золотого происхождения не находит подтверждения [4–7]. Более того, высказываются соображения, что на верхах водоразделов облессованию могли подвергнуться и коренные несмещенные породы [4]. На карте почвообразующих пород европейской части СССР, составленной под редакцией В.А. Ковды [8], поверхностные отложения практически всей Молдовы обозначены под одним названием – делювий коренных пород.

Поскольку история четвертичной геологии Русской равнины и молдавского Предкарпатья не складывалась идентично, можно ожидать различия в составе их покровных отложений. Территория Молдовы не подвергалась непосредственному воздействию оледенений четвертичного периода, и ее почвенный покров не уничтожался, в отличие от того, что происходило на Русской равнине. Этот фактор также мог сказаться на минералогии пород и почв рассматриваемых территорий. Таким образом, отмеченные выше факторы могли оказать влияние на минералогический состав покровных отложений и сформированных на них черноземов. В какой степени это случилось, должно показать данное исследование.

Предпринятое исследование имело и другую задачу – установить насколько методика минералогического анализа и методика оценки минералогического состояния почв, разработанные для черноземов Молдовы, применимы для черноземов Русской равнины.

Минералогических исследований черноземов к настоящему времени проведено немало [9–35 и др.]. В основном они относятся к территориям России, Украины и Молдовы. Доминируют исследования глинистых минералов. Работ по изучению первичных минералов совсем немного [9, 11, 12, 18, 32, 34, 35]. Сопряженных исследований первичных и глинистых минералов в черноземах методом количественной рентгеновской дифракции еще меньше [9]. По этой причине отсутствуют разработки по оценке минералогического состояния черноземов, подобные примененной в этой работе, когда диагностические показатели включают данные по содержанию как первичных, так и глинистых минералов [37]. Уместно заметить, что проведенные исследования не ставят перед собой задачу ответить на вопрос о происхождении покровных лессовидных отложений Русской равнины и Молдовы, но они будут полезны для решения этой проблемы в будущем.

Итак, задачей исследования являлась сравнительная характеристика минералогического состояния силикатной части представителей черноземов Русской равнины и Молдовы, сформировавшихся на аналогичных покровных отложениях водоразделов. Наряду с этим преследовалась цель проверить на черноземе Русской равнины работоспособность методик минералогического анализа и оценки

минералогического состояния черноземов, используемых при изучении почв Молдовы. Надо сказать, что подобные исследования с аналогичным, в частности, методическим инструментарием нам неизвестны.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнительные минералогические исследования проведены на одном подтипе типичных черноземов одного и того же тяжелосуглинистого гранулометрического состава, сформированных на покровных лессовидных отложениях водораздельных пространств Русской равнины и Молдовы. Выбор почв одинакового гранулометрического состава принципиален, поскольку при сравнительном исследовании снимает проблему влияния гранулометрии на их минералогию с ее количественной стороны.

Объектом исследования на Русской равнине стал разрез 26, заложенный в окрестностях центральной усадьбы Государственного Центрально-Черноземного биосферного заповедника (Курская область, многолетняя залежь, в дальнейшем для краткости чернозем будем называть курским), в свою очередь географически расположенного в юго-западной части Среднерусской возвышенности в пределах Воронежского кристаллического щита. Абсолютная отметка разреза 240 м. Почвообразующая порода представлена лёссовидным тяжелым суглинком днепровского оледенения. На карте почвообразующих пород В.А. Ковды [8] поверхностные четвертичные отложения данной территории обозначены как лёсс и карбонатные лёссовидные породы. Во время днепровского оледенения ледником была занята лишь западная часть Курской области (к западу от ст. Коренево) и самый крайний участок области восточнее реки Олым. Остальная территория, где расположен и заповедник, представляла лишенный покровного льда полуостров между Днепровским и Донским языками ледника. По отсутствию непосредственного влияния ледника исследуемые территории на Среднерусской возвышенности и в Молдове идентичны. Важно отметить, что особенностью залежного чернозема заповедника является исключительно высокая степень агрегированности и пористости, наличие сильно выраженной трещиноватости, что, в конечном счете, выразилось в его низкой плотности сложения, представленной значениями, близкими к единице. В Молдове объектом сравнительного исследования стал разрез 50 на платообразном водоразделе (пахотные земли) близ села Гринауцы Рышканского района (северная часть республики), абсолютная высота 236 м.

По современным климатическим показателям регионы исследования существенно не различаются. Среднегодовое количество осадков находится в пределах 500–570 мм.

В обоих черноземах изучен состав минералов грубодисперсной (>1 мкм) и тонкодисперсной (<1 мкм) силикатных частей. Во фракции >1 мкм изучены первичные минералы, во фракции <1 мкм – глинистые. Во фракции >1 мкм присутствует глинистый минерал каолинит. Его количественная оценка проведена в этой же фракции наряду с первичными минералами, для чего в калибровочные смеси минералов включался и каолинит. Фракция <1 мкм, наряду с глинистыми минералами, содержит незначительную примесь кварца и полевых шпатов, которая из-за низкого содержания не могла быть учтена. Фракционное разделение образцов проведено способом центрифугирования по методике [38]. Карбонаты и органическое вещество перед

фракционированием образцов удаляли. Состав первичных и глинистых минералов определен методом рентгеновской дифрактометрии по известным рекомендациям [39, 40]. Количественный анализ минералов проведен по методикам [41, 42]. Некоторые детали к методикам приведены в [37]. Точность анализа первичных минералов оценена коэффициентом вариации результатов съемок их стандартных калибровочных смесей (съемка 3 препаратов по 3 раза). В зависимости от содержания минералов в смесях он характеризуется следующими параметрами (отн. %): кварц – 2,9–3,3; полевые шпаты – 3,8–8,9; слюды – 4,7–20; хлорит – 15–26. Те же данные для глинистых минералов (съемка 3 препаратов фракции <1 мкм по 3 раза): группа смектита – 2,5–3,0; иллит – 2,2–2,6; хлорит (ил) – 12–25; каолинит (ил) – 15–25, каолинит (фракции >1 мкм) – 20–30. При анализе первичных и глинистых минералов конечным результатом являлось среднее значение из 4-х измерений (две съемки двух препаратов). Все расчеты произведены на воздушно-сухую минеральную и бескарбонатную часть фракции и почвы, т.е. на их силикатную основу.

Оценка минералогического состояния черноземов проведена с помощью 10 показателей (K1, K2, K3, K4, ПИИС, ПНИС, ПИКС, ПНКС, ПИКИ, ПНКИ), которые дают возможность сделать это интегрально, компактно, многоаспектно и наглядно [37, 43]. Особенно важно, что они унифицируют и повышают объективность оценки минералогического состояния почвы, совершенствуют сравнимость свойств объектов исследования. В основе показателей лежат соотношения содержания по профилю между устойчивыми к выветриванию кварцем и диоктаэдрическим иллитом, с одной стороны, и менее устойчивыми группами минералов, с другой. Поведение иллита также оценивалось по отношению к кварцу. Помимо высокой устойчивости к выветриванию, кварц и диоктаэдрический иллит, образованный по мусковиту, характеризуются в черноземах высоким содержанием: кварц – в крупном материале размера >1 мкм, диоктаэдрический иллит – в тонком размера <1 мкм. Это обстоятельство имеет существенное значение для повышения точности анализа, а также «чувствительности» оценочных показателей. Следует иметь в виду, что на интенсивность диагностического рефлекса иллита (10-Å) могло влиять присутствие иллитоподобных структур, образованных по высокозарядному смектиту при поглощении им свободного почвенного калия. Приводим содержание показателей.

Соотношения K1, K2, K3 характеризуют степень выветривания полевых шпатов (суммарно плагиоклазов и калиевых полевых шпатов, K1), слоистых силикатов (суммарно слюд, хлорита и каолинита, K2), тех и других вместе (K3). Рассчитываются как отношения содержания в процентах кварца к содержанию указанных групп минералов в каждом горизонте, деленные на такое же отношение в породе. При допущении однородности породы показатель более 1 свидетельствует о разрушении соответствующей группы минералов. Величина отношения пропорциональна размерам разрушения. Значения отношения ниже 1 или их колебания по профилю между значениями больше и меньше 1 указывают на разные виды проявления неоднородности породы. В основе такого заключения лежит неспособность, как известно, неустойчивых минералов вулканического происхождения при нормальных температурах и давлениях к воспроизводству. Их содержание в почвах по отношению к кварцу может только уменьшаться.

K4 представляет собой отношение содержания в процентах кварца к содержанию безгумусного бескарбонатного ила (фракции <1 мкм или фракции глинистых минералов) по профилю, деленное на такое же отношение в породе. Сочетание

K4 менее 1 с K3 более 1 будет указывать на наличие процесса оглинивания, поскольку свидетельствует о новообразовании глинистых минералов за счет материала первичных минералов. Возможны другие комбинации значений K4 и K3 по профилю черноземов в зависимости от характера преобразования силикатной части почвы под влиянием процессов выветривания и почвообразования или проявлений неоднородности породы.

Показатель интенсивности выветривания, иллит-сметитовый (ПИИС) оценивает интенсивность преобразования фракции <1 мкм по горизонтам почвы в аспекте изменения соотношения иллит/сметит. Представляет собой отношение содержания в процентах устойчивого диоктаэдрического иллита к содержанию неустойчивого сметита во фракции, умноженное на 10 с целью получения целого числа. Среди иллитов вероятно примесь триоктаэдрического иллита, который не учитывался, поскольку в присутствии диоктаэдрического иллита его небольшая примесь диагностике не поддается.

Показатель напряженности выветривания, иллит-сметитовый (ПНИС) характеризует одной цифрой напряженность минеральных преобразований в ряду изменения отношения иллит/сметит по всему профилю и представляет разницу в ПИИС между верхним горизонтом и породой. Такой подход оказался возможным в связи с тем, что, например, в черноземах закономерно содержание вниз по профилю иллита уменьшается, а сметита увеличивается.

Показатель интенсивности выветривания, кварц-сметитовый (ПИКС) представляет собой отношение содержания в процентах кварца к содержанию сметита в каждом горизонте.

Показатель напряженности выветривания, кварц-сметитовый (ПНКС) характеризует одной цифрой напряженность минеральных преобразований по всему профилю и представляет разницу в ПИКС между верхним горизонтом и породой.

Показатель интенсивности выветривания, кварц-иллитовый (ПИКИ) представляет собой отношение содержания в процентах кварца к содержанию иллита в каждом горизонте. Особенность этого показателя заключается в том, что его значения вверх по профилю уменьшаются. Объясняется это тем, что в результате процессов выветривания и почвообразования относительное накопление иллита в почве опережает относительное накопление в ней кварца.

Показатель напряженности выветривания, кварц-иллитовый (ПНИКИ) характеризует одной цифрой напряженность минеральных преобразований по всему профилю и представляет разницу в ПИКИ между верхним горизонтом и породой. Особенность данного показателя заключается в том, что он приобретает отрицательное значение в силу того, что его значение в верхнем горизонте ниже, чем в породе.

Исследуемые черноземы весьма различаются по мощности генетических горизонтов. Если в молдавском черноземе нижняя граница горизонта B2 находится на глубине 80 см и на этой глубине почти исчезают признаки выветривания минералов, то в курском черноземе на этой же глубине расположен еще только переходный горизонта A₁B_k, который продолжается до глубины 115 см. И на этой глубине процессы выветривания еще выражены. Глубже 115 см, кроме материнской породы, курский чернозем не исследовался. Приведенные выше особенности курского чернозема объясняются исключительно высокой его рыхлостью и пористостью. К

сожалению, для исследования в нашем распоряжении оказался такой материал, но это обстоятельство, как будет видно в дальнейшем, не повлияло на достижение поставленных целей и основные выводы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исходными данными для последующих расчетов послужили результаты определения содержания минералов во фракциях >1 мкм (первичные) и <1 мкм (глинистые), представленные в таблицах 1 и 2. Остановимся на наиболее существенных аспектах этих данных. Содержание фракции >1 мкм (первичные минералы) в курском черноземе заметно выше (63–68 %), чем в молдавском (62–64 %). Ее количество в курском черноземе вверх по профилю закономерно увеличивается (табл. 1). Эти данные указывают, что курский чернозем по гранулометрическому составу несколько легче молдавского чернозема и его облегчение происходит постепенно от породы к верхним горизонтам. В молдавском черноземе фракция >1 мкм распределена по профилю достаточно равномерно. Исходные породы, представленные горизонтом С, по содержанию характеризуемых фракций в обоих черноземах практически идентичны. Состав первичных минералов в обоих черноземах одинаковый: кварц, плагиоклазы, калиевые полевые шпаты, слюды и хлорит. Их сопровождает глинистый минерал каолинит. Показатели по содержанию перечисленных минералов во фракции >1 мкм близки, за исключением слюд, содержание которых в молдавском черноземе заметно выше (11–14 против 8–12 % в курском черноземе).

В обоих черноземах количественно преобладает кварц (52–63 %), на втором месте – полевые шпаты и слюды (8–13%), меньше всего – хлорита и каолинита (2–7 %). Наиболее выраженные изменения в содержании минералов по профилю относятся к кварцу (увеличивается вверх по профилю), хлориту и каолиниту (содержание обоих уменьшается вверх по профилю). В пересчете на почву отмеченные закономерности сохраняются. Заметим, что в курском черноземе накопление кварца вверх по профилю выражено сильнее, что в дальнейшем окажет влияние на результаты балансовых расчетов, которые будут представлены в следующей статье.

На этом этапе можем констатировать, что по составу первичных минералов исследуемые черноземы идентичны, и по их содержанию весьма близки. Черноземы идентичны по направленности изменения содержания первичных минералов по профилю.

Содержание фракции <1 мкм (глинистые минералы) в курском черноземе в пределах 31–37 % и увеличивается с глубиной, в молдавском заметно выше – 36–38 % и по профилю она распределяется сравнительно равномерно (табл. 2). Эти различия также отразятся на балансовых расчетах. Представлена фракция <1 мкм в обоих черноземах одной ассоциацией глинистых минералов: смектитом, иллитом, хлоритом и каолинитом. В обоих черноземах количественно преобладает смектит (46–59 %), меньше иллита (23–35 %), хлорит – 5–8 %, каолинита – 11–16 %. Курский чернозем отличается повышенным содержанием каолинита. Поведение минералов по профилю однотипно: содержание смектита увеличивается с глубиной, иллита – увеличивается к верхним горизонтам, хлорита – снижается к верхним горизонтам. Поведение каолинита менее определено. В пересчете на почву данная картина распределения минералов по профилю в целом сохраняется.

Таблица 1

Содержание первичных минералов в черноземах типичных тяжелосуглинистых

Горизонт	Глубина, см	Фракция >1 мкм, %	Фракция >1 мкм						Почва															
			кварц	плагио-клазы	кали-шлаты	слюды	хлорит	каоли-нит	кварц	плагио-клазы	кали-шлаты	слюды	хлорит	каоли-нит										
<i>Молдова, чернозем типичный, разрез 50, плато, абс. выс. 236 м</i>																								
Ап	0-30	61,4	61,5	11,1	10,3	12,2	1,9	3,0	37,8	6,8	6,3	7,5	1,1	1,8										
А ₁	30-55	63,5	59,0	11,4	11,4	12,3	2,3	3,1	37,5	7,5	7,3	7,8	1,5	2,0										
В ₁	55-65	61,6	59,3	11,9	11,6	11,3	2,6	3,2	36,5	7,4	7,2	6,9	1,6	2,0										
В _{2к}	65-80	62,2	53,5	11,4	11,7	13,5	3,8	6,1	33,3	7,1	7,3	8,4	2,3	3,8										
С _к	190-200	61,7	51,8	11,4	10,8	13,6	5,7	6,7	32,0	7,0	6,7	8,4	3,5	4,1										
<i>Среднерусская возвышенность, чернозем типичный, разрез 26, водораздел, абс. выс. 240 м</i>																								
А _д	0-28	68,5	61,8	11,9	12,1	9,3	1,7	3,2	42,3	8,2	8,3	6,4	1,2	2,2										
А ₁	28-40	66,4	62,5	12,8	12,4	8,1	2,0	2,2	41,5	8,5	8,2	5,4	1,3	1,5										
А _{1к}	40-70	68,6	58,7	13,9	12,7	9,3	2,5	3,0	40,3	9,5	8,7	6,4	1,7	2,0										
А _{1В_к}	70-115	66,4	60,9	12,5	12,1	8,0	2,1	4,4	40,5	8,3	8,1	5,3	1,4	2,9										
С _к	210-235	63,1	52,8	13,5	11,4	11,7	4,0	6,6	33,3	8,5	7,2	7,4	2,6	4,2										

Таблица 2

Содержание глинистых минералов в черноземах типичных тяжелосуглинистых

Горизонт	Глубина, см	Фракция <1 мкм, %	Фракция <1 мкм						Почва															
			смектит	иллит	хлорит	хлорит	каолинит	смектит	иллит	хлорит	хлорит	каолинит												
<i>Молдова, чернозем типичный, разрез 50, плато, абс. выс. 236 м</i>																								
Ап	0-30	38,6	47,9	35,1	6,0	6,0	10,9	18,5	13,5	2,3	4,2													
А ₁	30-55	36,5	48,2	34,8	6,3	6,3	10,7	17,6	12,7	2,3	3,9													
В ₁	45-55	38,4	50,9	32,0	6,1	6,1	11,0	19,6	12,3	2,3	4,2													
В _{2к}	65-80	37,8	53,5	29,0	6,2	6,2	11,3	20,2	11,0	2,3	4,3													
С _к	190-200	38,3	58,6	23,1	6,9	6,9	11,3	22,5	8,9	2,7	4,3													
<i>Среднерусская возвышенность, чернозем типичный, разрез 26, водораздел, абс. выс. 240 м</i>																								
А _д	0-14	31,5	50,0	32,2	5,3	5,3	12,5	15,8	10,1	1,7	4,0													
А ₁	28-40	33,6	47,4	31,7	5,8	5,8	15,1	15,9	10,7	1,9	5,1													
А _{1к}	40-70	31,4	45,9	30,4	7,6	7,6	16,1	14,4	9,5	2,4	5,1													
А _{1В_к}	70-115	33,6	51,0	28,0	8,1	8,1	12,9	17,1	9,4	2,7	4,3													
С _к	210-235	36,9	52,4	26,9	6,8	6,8	13,8	19,3	9,9	2,5	5,1													

Таким образом, курский и молдавский черноземы по составу первичных и глинистых минералов идентичны, а по их содержанию весьма близки. В обоих черноземах поведение минералов однотипно: содержание одних минералов (слюды, хлорит, смектит) вверх снижается по профилю, а других – увеличивается (кварц, иллит), что свидетельствует о наличии дифференцированности минералогических профилей этих почв как результат, прежде всего, воздействия процессов выветривания и почвообразования. Важно отметить в исследуемых черноземах различия в содержании и поведении по профилю фракций крупнее и менее 1 мкм.

Высокоинформативными в оценке воздействия на минералогию почв процессов выветривания и почвообразования выступают показатели минералогического состояния черноземов (табл. 3). Прежде всего обратим внимание, что значения K1–K4 в почвенной части профиля обоих черноземов превышают единицу, что указывает на то, что в них идет разрушение полевых шпатов (K1), слоистых силикатов (K2), тех и других вместе (K3) и илистой фракции (фракции <1 мкм, K4), представленной глинистыми минералами. Значения этих показателей увеличиваются от породы к верхним горизонтам почв, что свидетельствует об увеличении объема разрушения глинистых минералов вверх по профилю. По абсолютным значениям показателей видно, что потери слоистых силикатов в обоих черноземах намного выше, чем потери полевых шпатов (значения K2 в верхних горизонтах 1,8–1,84, значения K1 в пределах 1,2–1,24). Видно также, что значения K1–K3, характеризующие состояние первичных минералов в верхних горизонтах, в обоих черноземах близки между собою, что свидетельствует о примерно одинаковой степени выветренности этих групп минералов. В молдавском черноземе значения K1–K4 на больших глубинах ниже, чем в курском черноземе, что указывает на распространение процессов выветривания во втором на большую глубину, чем в первом. Надо при этом помнить о высокой степени рыхлости курского чернозема. Заслуживает внимания также то, что в курском черноземе потери фракции глинистых минералов по профилю намного выше, чем в молдавском (K4 в первом в пределах 1,2–1,48, во втором – 1,06–1,23). В этом сыграло роль сразу два обстоятельства: повышенное содержание кварца и сниженное содержание илистой фракции в почвенной части профиля курского чернозема. Соотношение между иллитом и смектитом (ПИИС) во фракции <1 мкм складывается таким образом, что в молдавском черноземе более «иллитизированными» выступают верхние горизонты (7,33–7,22 против 6,69–6,43 в курском), в курском – нижние (5,50–5,14 против 5,42–3,94 в молдавском). Эти данные указывают на более интенсивное накопление иллита в молдавском черноземе, но на коротком промежутке верхней части профиля, в отличие от курского, где этот процесс распространяется глубже, в том числе из-за его высокой рыхлости. В молдавском черноземе ПНИС (показатель напряженности выветривания) по профилю в целом составил 3,39. В курском этот показатель рассчитан для каждого горизонта, т.к. в нем нет строго последовательного уменьшения ПНИС с глубиной, как в молдавском черноземе. Последнее можно объяснить некоторыми нарушениями однородности почвообразующей породы в курском черноземе. Значения ПНИС (соотношение кварц/смектит) в курском черноземе значительно выше, чем в молдавском (1,72–2,68 против 1,42–2,04), и указывают, во-первых, на вынос смектита в обеих почвах, во-вторых, на то, что этот процесс в курском черноземе развит будто бы сильнее, чем

в молдавском. Причина таких показателей в более высоком содержании кварца в верхней части профиля курского чернозема, по отношению к которому производились расчеты. ПНКС (показатель напряженности выветривания) в молдавском черноземе равен 0,62. Если бы в курском черноземе не присутствовала некоторая неоднородность породы, то тот же показатель в нем составил бы величину 0,96 (табл. 3), что свидетельствовало бы о более интенсивном выносе из этого чернозема смектита.

Причина все та же: более высокое содержание кварца в курском черноземе. ПИКИ контролирует состояние иллита по отношению к тому же кварцу. В молдавском черноземе значения этого показателя вверх по профилю уменьшаются. Эти данные указывают, что накопление в нем иллита опережает относительное накопление кварца как следствие, скорее всего, преимущественно физической дисперсации грубообломочных слюд [2]. В курском черноземе картина иная.

Таблица 3

**Параметры минералогического состояния силикатной части черноземов
типичных тяжелосуглинистых**

Горизонт	K1	K2	K3	K4	ПИИС	ПНИС	ПИКС	ПНКС	ПИКИ	ПНКИ
<i>Молдова, чернозем типичный, разрез 50, плато, абс. выс. 236 м</i>										
Ап	1,24	1,82	1,49	1,18	7,33	3,39	2,04	0,62	2,80	-0,80
А ₁	1,08	1,66	1,33	1,23	7,22		2,13	0,71	2,95	
В ₁	1,07	1,74	1,35	1,14	6,29		1,86	0,44	2,97	
В _{2к}	0,99	1,15	1,07	1,06	5,42		1,65	0,23	3,03	
С _к	1,00	1,00	1,00	1,00	3,94		1,42	0,00	3,60	
<i>Среднерусская возвышенность, чернозем типичный, разрез 26, водораздел, абс. выс. 240 м</i>										
А _д	1,21	1,84	1,44	1,48	6,43	1,29	2,68	0,96	4,17	0,82
А ₁	1,17	1,99	1,46	1,34	6,69	1,55	2,57	0,85	3,84	0,49
А _{1к}	1,16	1,69	1,36	1,45	6,62	1,48	2,87	1,15	4,33	0,98
А ₁ В _к	1,14	1,48	1,28	1,29	5,50	0,36	2,28	0,56	4,14	0,79
С _к	1,00	1,00	1,00	1,00	5,14	0,00	1,72	0,00	3,35	0,00

Здесь ПИКИ в почвенной части профиля выше, чем в породе, что должно было бы свидетельствовать о разрушении наряду со смектитом и иллита, но этот аспект подробнее будет рассмотрен в следующей статье, посвященной балансовым расчетам. Отрицательное значение ПНКИ в молдавском черноземе (-0,80) – результат опять того же обстоятельства, что последовательное накопление иллита вверх по профилю в этом черноземе опережает последовательное накопление кварца. В курском черноземе этого не наблюдается, что, во-первых, не позволяет ПНКИ выразить одной цифрой для всего профиля, как в молдавском черноземе, во-вторых, данный показатель имеет положительные значения, поскольку соотношения кварц/иллит вверх по профилю, напротив, изменяются в пользу кварца. Такие данные могли бы рассматриваться под тем углом, что облегчение гранулометрического состава курского чернозема вверх по профилю является следствием настолько интенсивного выветривания, что в результате разрушению подвергся и устойчивый диоктаэдрический иллит. Но этот вопрос

также детальнее будет рассмотрен в следующей статье, посвященной балансовым расчетам.

На основании проведенных исследований молдавского и курского черноземов и полученных результатов важно констатировать, что методика минералогического анализа и способ оценки минералогического состояния почв с помощью ряда показателей, используемые нами в Молдове, применимы и на черноземах Русской равнины.

ВЫВОДЫ

1. Сравнительное исследование минералогического состояния силикатной части черноземов типичных тяжелосуглинистых на покровных лессовидных отложениях водоразделов Молдовы и Среднерусской возвышенности позволило установить, что эти две почвы по составу породообразующих первичных и глинистых минералов идентичны, а по их содержанию по профилю весьма близки.

2. По представленным результатам исследования черноземы близки также по происходящим в них изменениям, связанным с процессами выветривания и почвообразования. В обоих черноземах трансформация минералогического состава развивается по элювиальному типу, т.е. сопровождается разрушением практически всех минералов и относительным накоплением устойчивого к выветриванию кварца. В молдавском черноземе, наряду с кварцем, наблюдается относительное накопление диоктаэдрического иллита, чего не происходит в курском черноземе. Важно также отметить в исследуемых черноземах некоторые различия в содержании и распределении по профилю фракций крупнее и менее 1 мкм.

3. Параметры минералогического состояния силикатной части свидетельствуют о примерно равной степени выветренности в исследуемых черноземах первичных минералов и более выраженном, казалось бы, выветривании в курском черноземе глинистых минералов. В молдавском черноземе имеет место «сверхкварцевое» накопление иллита, а в курском черноземе – проявления неоднородности породы и, в связи с его рыхлостью и низкой плотностью, распространение процессов выветривания на более глубокие горизонты.

4. Исследования также показали возможность применения методики минералогического анализа и способа оценки минералогического состояния почв, используемые в Молдове, на черноземах Русской равнины. Однако требуются дальнейшие исследования в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Градусов, Б.П.* Закономерности генезиса и географии минералогического состава почвообразующих пород Русской равнины / Б.П. Градусов // Грунтознание. – 2010. – Т. 11. – № 3–4. – С. 13–26.
2. *Холодов, В.Н.* Об эволюции питающих провинций в истории Земли / В.Н. Холодов // Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. К 75-летию Н.М. Страхова. – М.: Наука, 1975. – С. 191–209.
3. *Добровольский, В.В.* Состав мелкозема рыхлых почвообразующих пород Восточно-Европейской равнины / В.В. Добровольский // Почвоведение. – 2005. – № 5. – С. 345–354.

4. Четвертичная палеогеография экосистемы Нижнего и Среднего Прута / О.М. Адаменко [и др.]. – Киев, 1997. – 233 с.

5. *Бондарчук, В.Г.* Строение четвертичных (антропогенных) отложений и проблемы геологии квартера Украины / В.Г. Бондарчук // Четвертичный период, вып. 13, 14, 15. – Киев: Изд-во АН УССР, 1961.

6. *Покатилов, В.П.* Геолого-литологические структурно-геологические факторы, определяющие инженерно-геологические условия Северной Молдавии / В.П. Покатилов // Геология четвертичных отложений Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1983. – С. 89–100.

7. *Хубка, А.Н.* Литология покровных отложений / А.Н. Хубка // Палеонтологические исследования верхнего кайнозоя Молдавии. – Кишинев: РИО АН МССР, 1970. – С. 21–44.

8. *Ковда, В.А.* Основы учения о почвах / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Т. 1. – 447 с.

9. *Алексеев, В.Е.* Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы / В.Е. Алексеев. – Кишинев, 1999. – 241 с.

10. *Алексеев, В.Е.* Минералогический состав и эволюция глинистой части черноземов Молдавии / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1977. – № 2. – С. 126–136.

11. *Алексеев, В.Е.* Состав, содержание и распределение по гранулометрическим фракциям обломочных минералов крупнее 0.001 мм в черноземах Молдавии / В.Е. Алексеев // Генезис, география и классификация почв Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1973. – С. 119–136.

12. *Алексеев, В.Е.* Выветривание первичных минералов в почвах геоморфологического профиля южной Молдавии / В.Е. Алексеев, К.Г. Арапу, Т.Н. Гончарова // Картография, оценка, использование и охрана почв. – Кишинев: Штиинца, 1982. – С. 101–135.

13. *Алексеев, В.Е.* Происхождение и возраст минералогических профилей черноземов Молдавии / В.Е. Алексеев, А.Н. Бургеля, Е.Б. Варламов // Почвоведение. – 2008. – № 4. – С. 454–466.

14. Изменение глинистых минералов при образовании южного и слитого черноземов, лиманной солоди и солонца / Э. А. Корнблум [и др.] // Почвоведение. – 1972. – № 1. – С. 107–114.

15. Некоторые особенности процессов передвижения и преобразования глинистых минералов при образовании южного и слитого черноземов, лиманной солоди и солонца / Э.А. Корнблум [и др.] // Почвоведение. – 1972. – № 5. – С. 107–120.

16. *Крыщенко, В.С.* Изменение минеральной части предкавказских террасовых черноземов при орошении / В.С. Крыщенко, А.Я. Вигутова, Э.Ф. Рязанова // Почвоведение. – 1983. – № 8. – С. 90–99.

17. *Носко, Б.С.* Минералогический состав чернозема типичного (Харьковской области) при систематическом внесении удобрений и орошении / Б.С. Носко, И.И. Филон // Почвоведение. – 1988. – № 6. – С. 71–76.

18. *Пономарев, Г.М.* Почвы степных типов почвообразования на изверженных кристаллических породах / Г.М. Пономарев, И.Н. Антипов-Каратаев // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 1947. – Т. 25. – С. 29–59.

19. *Приходько, В.Е.* Влияние орошения на глинистые минералы черноземов Поволжья / В.Е. Приходько, Т.А. Соколова, Т.Я. Дронова // Вестник МГУ. Сер. 17; Почвоведение. – 1998. – № 3. – С. 3–8.
20. *Симонов, Г.А.* Содержание и минералогический состав коллоидных и предколлоидной фракций в зональном ряду почв Европейской России / Г.А. Симонов // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 722–732.
21. *Симонов, Г.А.* Состояние и эволюция минеральной массы почв / Г.А. Симонов. – СПб.: Наука, 1993. – 202 с.
22. *Симонов, Г.А.* Минералогический состав илистой фракции обыкновенных черноземов Минусинской котловины / Г.А. Симонов, В.З. Спирина // Почвоведение. – 1991. – № 12. – С. 72–88.
23. *Соколова, Т.А.* Минералогический состав илистых фракций черноземов Краснодарского края и некоторые вопросы количественного определения глинистых минералов / Т.А. Соколова, Г.М. Соляник // Вестник МГУ. Сер. 17; Почвоведение. – 1984. – № 1. – С. 21–29.
24. *Султанбаев, Е.А.* Минералогия черноземов Северного Казахстана / Е.А. Султанбаев. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 216 с.
25. Химико-минералогическая характеристика подфракций ила черноземов Молдовы / И.И. Толпешта [и др.] // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17; Почвоведение. – 1994. – № 2. – С. 63–74.
26. *Чижикова, Н.П.* Изменение минералогического состава черноземов типичных при орошении / Н.П. Чижикова // Почвоведение. – 1991. – № 2. – С. 65–81.
27. *Чижикова, Н.П.* Минералогический состав высокодисперсной части черноземов Центральной фации / Н.П. Чижикова // Научн. докл. высш. шк. биол. наук. – 1968. – № 6.
28. *Чижикова, Н.П.* Химико-минералогический состав южных черноземов Кустанайской области / Н.П. Чижикова // Почвоведение. – 1965. – № 10. – С. 88–98.
29. *Чижикова, Н.П.* Распределение глинистых минералов фракции <0.001 мм по профилю черноземов Ямской степи / Н.П. Чижикова, Е.К. Дайнеко // Почвоведение. – 1978. – № 2. – С. 78–88.
30. Преобразование минералогического состава черноземов южных юго–запада Украины при орошении / Н.П. Чижикова [и др.] // Почвоведение. – 1992. – № 8. – С. 77–87.
31. *Чижикова, Н.П.* Минералогический состав фракции менее 0,001 мм серых лесных почв и черноземов центральной части Среднерусской возвышенности / Н.П. Чижикова, Н.П. Романова, Б.П. Градусов // Почвоведение. – 1982. – № 3. – С. 72–80.
32. *Ярилова, Е.А.* Минералогический состав чернозема Каменной степи и влияние на него искусственного насаждения и травопольных севооборотов / Е.А. Ярилова // Вопросы травопольной системы земледелия. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – Т. 2.
33. *Arnaud, R.I.* Characteristics of the clay fractions in a chernozemic to podsolc sequence of soil profiles of Saskatchewan / R.I. Arnaud, M.M. Mortland // Can. J. of Soil Sci. – 1963. – V. 43, № 2. – P. 336–349.
34. *Arnaud, R.I.* Mineral distribution and Weathering in Chernozemic and luvisolic soils from central Saskatchewan / R.I. Arnaud, M.D. Sudom // Can. J. of Soil Sci. – 1981. – V. 61, № 1. – P. 79–89.

35. *Bronger, A.* Argillic Horizons in Modern Loess Soils in an Ustic Soil Moisture Regime: Comparative Studies in Forest–Steppe and Steppe Areas from Eastern Europe and the United States / A. Bronger // *Advances in Soil Science*. – 1991. – V. 15. – P. 41–90.

36. *Dudas, M.L.* Chernozem soils of Alberta Parklands / M.L. Dudas, S. Pawluk // *Geoderma*. – 1969. – V. 3, №1. – P. 19–36.

37. *Алексеев, В.Е.* Способ оценки минералогического состояния силикатной части черноземов / В.Е. Алексеев // *Почвоведение*. – 2012. – № 2. – С. 189–199.

38. *Алексеев, В.Е.* Методика супердисперсного фракционирования почв и пород при их минералогическом анализе / В.Е. Алексеев, К.Г. Арапу, А.Н. Бургеля // *Почвоведение*. – 1996. – № 7. – С. 873–878.

39. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / под ред. Г. Брауна. – М.: Мир, 1965. – 599 с.

40. Рентгенография основных типов породообразующих минералов / под ред. В.С. Власова. – Л.: Недра, 1983. – 359 с.

41. *Алексеев, В.Е.* Способ количественного определения первичных минералов в почвах и породах методом рентгеновской дифрактометрии / В.Е. Алексеев // *Почвоведение*. – 1994. – № 1. – С. 104–109.

42. Глинистые минералы в лесных почвах Молдавии / В.Е. Алексеев [и др.] // *Генезис и рациональное использование почв Молдавии*. – Кишинев: Штиинца, 1977. – С. 23–41.

43. *Алексеев, В.Е.* Минералогический анализ в диагностике оподзоливания, лессиважа и оглинивания / В.Е. Алексеев // *Почвоведение*. – 1983. – № 10. – С. 12–18.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE MINERALOGICAL STATUS OF CHERNOZEMS TYPICAL ON THE COVERING SEDIMENTS OF THE WATERSHEDS OF MOLDOVA AND THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

V.E. Alekseev

Summary

Comparative study of the mineralogical status of silicate part of the typical chernozems on the covering sediments of the watersheds of Moldova and the Central Russian upland showed that both the soil in composition and the content of primary and clay minerals are very close. They are also close according to the changes occurring in them processes of weathering and soil formation. Changes develop in the eluvial type. A significant excess loss of clay minerals in the Kursk chernozem over the loss of the Moldova's chernozem is due to the gradual relief of the soil-forming rocks in Kursk chernozem up on the profile. The study showed that the method of mineralogical analysis and the method of assessment of the mineralogical status of soils used in Moldova are also applicable on the chernozems of the Russian plain.

Поступила 16.03.17