

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМОГО И НЕОРОШАЕМОГО ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮГА МОЛДОВЫ

В. Е. Алексеев

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н. А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

В ранее проведенных исследованиях выявлено влияние орошения на минералогический состав карбонатного чернозема юга Молдовы [1, 2]. При этом данные минералогических исследований орошаемых черноземов Молдовы были проанализированы с помощью методики [3]. В отличие от работ 70–90-х годов XX века других авторов, в проведенных исследованиях оценивается влияние орошения не только на глинистые, но и первичные минералы, а также приведены данные балансовых расчетов по потерям в результате орошения тех и других, выраженных в т/га, чего нет в других исследованиях. Представленная статья продолжает исследования влияния ирригации на минералогический состав обыкновенных черноземов с юга Молдовы, орошаемых водой из Днестра.

Исследованиями воздействия орошения на минералогический состав черноземов занимались многие ученые. Так, Н. П. Чижилова установила, что в Воронежской области орошение черноземов водами Дона вызвало увеличение содержания илистой фракции на глубину 1 м, потерю набухающих минералов, увеличение в илистой фракции, тонкой и средней пыли содержания тонкодисперсного кварца [4]. При орошении черноземов, как правило, отмечают присутствие процесса гидрослюдизации (или иллитизации) илистой фракции верхних горизонтов, указывают признаки разрушения илистой фракции и миграции продуктов разрушения по профилю. Среди вероятных причин гидрослюдизации называется диспергация слюд крупного материала, относительное увеличение содержания гидрослюдов в результате разрушения смектитовой фазы, образование педогенных гидрослюдов при аградационных процессах фиксации калия из разных источников [5, 6, 7]. Установлены и другого рода изменения: прирост ила за счет накопления иллитов, лабильных минералов, реже хлоритов в результате дезинтеграции агрегатов и физического дробления их индивидуальных частиц, а также слюдов, гидрослюдов и выветренных полевых шпатов [8]. Увеличение содержания ила в орошаемых черноземах за счет повышения количества лабильных минералов наблюдали и в другом исследовании [9]. Орошение предкавказских террасовых черноземов сульфатно-натриевыми водами 30 лет вызвало прирост содержания иллита (на 20 %) и каолинита, снижение содержания смектита и хлорита. Последние мигрируют вглубь по профилю, обнаруживая признаки иллювиирования ила [10]. Т. А. Соколова и др. отмечают противоречивость оценок влияния орошения на черноземы, что, по мнению авторов, может объясняться разными причинами – большое разнообразие природных условий, почвенных свойств, качества поливной воды и длительности орошения черноземов [11].

Задача настоящей статьи состоит в том, чтобы представить результаты изучения влияния орошения на состав и содержание не только глинистых, но и первичных минералов обыкновенного чернозема в сравнении с карбонатными черноземами юга Молдовы [1, 2]. Также важно было оценить минералогическое состояние черноземов с помощью разработанных показателей, сопоставить результаты наших исследований с работами других авторов, отметить различия и выявить совершенно новые сведения. Как уже отмечалось, оценка минералогического состояния орошаемого обыкновенного чернозема проведена с использованием новых методических разработок автора [3].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами сравнительного исследования стали обыкновенные легкоглинистые черноземы Каушанской оросительной системы близ села Оланешты, неорошаемый (разрез 8710) и орошаемый (разрез 8709) аналоги. Разрезы размещены на платообразном участке над склоном к Днестру по правую сторону от шоссе Каушаны–Староказачье на расстоянии примерно 70 м друг от друга и от шоссе. Орошение велось водой Днестра с минерализацией не выше 0,7 г/л. На время отбора почвенных образцов продолжительность орошения составляла 12 лет.

Изучены первичные (фракция $>1\text{ мкм}$) и глинистые (фракция $<1\text{ мкм}$) минералы. Фракционное разделение образцов проведено по методике [12]. Карбонаты и органическое вещество перед фракционированием образцов удаляли. Состав первичных и глинистых минералов изучен методом рентгеновской дифрактометрии [13,14]. Количественный анализ проведен по методикам [15,16]. Коэффициент вариации результатов анализа, установленный по стандартным калибровочным смесям минералов, в зависимости от содержания минералов в смеси характеризовался следующими параметрами (отн. %): кварц – 2,9–3,3; полевые шпаты – 3,8–8,9; слюды – 5–20; хлорит – 15–26; группа смектита – 2,5–3,0; иллит – 2,2–2,6; хлорит (ил) – 12–25; каолинит (ил) – 15–25 [17]. Все расчеты произведены на минеральную бескарбонатную часть фракций и почвы.

Анализ распределения минералов по профилю почв и влияния на них процессов педогенеза проведен с помощью 10 показателей [3]:

- 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**), **K4** представляет собой отношение содержания в процентах кварца к содержанию безгумусного бескарбонатного ила по профилю, деленное на такое же отношение в породе.

- Показатель интенсивности выветривания, иллит-смектитовый (**ПИИС**) оценивает интенсивность преобразования фракции $<1\text{ мкм}$ по горизонтам почвы в аспекте изменения соотношения иллит/смектит.

- Показатель напряженности выветривания, иллит-смектитовый (**ПНИС**) характеризует напряженность минеральных преобразований в ряду изменения отношения иллит/смектит по всему профилю и представляет разницу в ПИИС между верхним горизонтом и породой.

- Показатель интенсивности выветривания, кварц-смектитовый (**ПИКС**) представляет собой отношение содержания в процентах кварца к содержанию смектита 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.

• Показатель напряженности выветривания, кварц-иллитовый (**ПНКИ**) характеризует одной цифрой напряженность минеральных преобразований по всему профилю и представляет разницу в ПИКИ между верхним горизонтом и породой. При отсутствии закономерного изменения ПИКИ по профилю ПНКИ рассчитывается для каждого горизонта.

Система показателей разработана для диагностики зональных черноземов. В отношении орошаемых черноземов применяется вторично после использования ее для характеристики орошаемого карбонатного чернозема [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первичные минералы представляют собой фракцию >1 мкм, поэтому их распределение по профилю черноземов определяет поведение этой фракции. В неорошаемом черноземе содержание фракции составляет 57,9–60,0 % и увеличивается к верхним горизонтам. В орошаемом черноземе ее количество находится в близких пределах (56,0–59,1 %) и также возрастает к верхней части профиля. В составе фракции обоих черноземов преобладает кварц (65,5–71,6 %). Его содержание во фракции в обоих черноземах повышается вверх по профилю (табл. 1).

Таблица 1

Содержание первичных минералов в черноземах, %

Гори- зонт	Глубина отбора образ- ца, см	Фракция >1 мкм, %	Фракция >1 мкм						Почва					
			кварц	плагиоклазы	калиевые по- левые шпаты	слюды	хлорит	каолинит	кварц	плагиоклазы	калиевые по- левые шпаты	слюды	хлорит	каолинит
Разрез 8710. Чернозем обыкновенный легкоглинистый, неорошаемый, с. Оланешты														
Ап	0–20	59,2	69,9	11,9	10,2	4,1	2,4	1,5	41,4	7,0	6,0	2,4	1,4	0,9
A	30–40	59,3	69,9	11,8	10,1	4,3	2,4	1,5	41,5	7,0	6,0	2,5	1,4	0,9
B2	80–90	60,0	69,0	12,2	10,5	4,5	2,5	1,3	41,4	7,3	6,3	2,7	1,5	0,8
C	190–200	57,9	67,3	12,6	10,8	4,6	2,7	2,0	39,0	7,3	6,3	2,7	1,6	1,2
Разрез 8709. Чернозем обыкновенный легкоглинистый, орошаемый, с. Оланешты														
Ап	0–20	59,1	71,6	11,8	10,3	3,9	1,3	1,1	42,3	7,0	6,1	2,3	0,8	0,7
A	30–40	58,9	70,7	12,8	10,0	3,7	1,5	1,3	41,6	7,5	5,9	2,2	0,9	0,8
B2	80–90	59,0	68,0	12,1	10,4	5,0	2,4	2,1	40,1	7,1	6,1	3,0	1,4	1,2
C	190–200	56,0	65,5	13,5	11,2	5,0	2,4	2,4	36,7	7,6	6,3	2,8	1,3	1,3

Поведение по профилю почв фракции >1 мкм определяется поведением в ней главным образом кварца. Плагиоклазы присутствуют в количестве 11,8–13,5 %, калиевые полевые шпаты – 10,0–11,2 %. В обеих группах полевых шпатов отмечается тенденция снижения содержания к верхней части профиля. Слоистые

силикаты во фракции играют подчиненную роль. Слюды составляют 3,7–5,0 %, хлорит – 1,3–2,7 %, каолинит (глинистый минерал) – 1,3–2,4 %. Количество этих минералов к верхним горизонтам в обоих черноземах снижается. Заметнее это выражено в орошаемом черноземе. В пересчете на почву рост показателей по кварцу в верхней части профиля сохраняется. Поведение по профилю почв других минералов остается практически неизменным в сравнении с таковым во фракции. На основании полученных данных можно заключить, что почвообразующие породы исследуемых черноземов в их алюмосиликатной части представляют собой довольно однородные образования.

Глинистые минералы представлены фракцией <1 мкм (табл. 2). В исследуемых черноземах они составляет 40,0–44,0 %. С глубиной их количество возрастает. В составе фракции преобладают смектит (43,9–58,1 %) и иллит (22,7–37,7 %). Хлориту (5,8–7,3 %) и каолиниту (11,7–13,0 %) принадлежат более низкие показатели. Содержание смектита во фракциях обоих черноземов увеличивается с глубиной. Его количество заметно ниже в орошаемом черноземе в сравнении с неорошаемым (43,9–58,1 % против 49,7–57,4 %). Данные по иллиту во фракции, напротив, в обоих черноземах повышаются к верхним горизонтам. Его показатели выше в орошаемом черноземе (22,7–37,7 против 22,9–31,1 %). В пересчете на почву содержание смектита в черноземах находится в пределах 18,0–25,6 %, иллита – 9,6–15,4 %. Отмеченные закономерности в их поведении по профилю сохраняются. В обоих черноземах данные по хлориту снижаются к верхним горизонтам, что более выражено в орошаемом черноземе. Поведение каолинита менее определено.

Таблица 2

Содержание глинистых минералов в черноземах, %

Гори- зонт	Глубина отбора образца, см	Фракция <1 мкм, %	Фракция <1 мкм				Почва			
			сmek- тит	иллит	хлорит	каоли- нит	сmek- тит	иллит	хлорит	каоли- нит
Разрез 8710. Чернозем обыкновенный легкоглинистый, неорошаемый, с. Оланешты										
Ап	0–20	40,8	49,7	31,1	6,6	12,6	20,3	12,7	2,7	5,1
А	30–40	40,7	51,1	29,9	6,2	12,8	20,8	12,2	2,5	5,2
В2	80–90	40,0	54,1	26,9	6,8	12,2	21,6	10,8	2,7	4,9
С	190–200	42,1	57,4	22,9	6,7	13,0	24,2	9,6	2,8	5,5
Разрез 8709. Чернозем обыкновенный легкоглинистый, орошаемый, с. Оланешты										
Ап	0–20	40,9	43,9	37,7	5,8	12,6	18,0	15,4	2,4	5,2
А	30–40	41,1	45,7	35,0	6,8	12,5	18,8	14,4	2,8	5,1
В2	80–90	41,0	53,9	27,2	7,2	11,7	22,1	11,2	3,0	4,8
С	190–200	44,0	58,1	22,7	7,3	11,9	25,6	10,0	3,2	5,2

Приведенные данные по составу минералов исследуемых черноземов позволяют констатировать произошедшие изменения, указывающие на потери минералов при орошении. На этом этапе можно было бы считать, что влияние орошения на минералогический состав обыкновенного чернозема не несет принципиальных отличий от такового в отношении карбонатного чернозема [1].

Минералогическое состояние. Более выразительная и наглядная картина произошедших в исследуемых черноземах процессов складывается на основании показателей их минералогического состояния (табл. 3).

Таблица 3

Параметры минералогического состояния силикатной части черноземов

Горизонт	K1	K2	K3	K4	ПИИС	ПНИС	ПИКС	ПНКС	ПИКИ	ПНКИ
Разрез 8710. Чернозем обыкновенный легкоглинистый, неорошаемый, с. Оланешты										
Ап	1,10	1,21	1,13	1,10	0,65	0,25	2,13	0,51	3,26	-0,78
A	1,11	1,18	1,13	1,10	0,61	0,21	2,07	0,46	3,41	
B2	1,06	1,15	1,08	1,12	0,52	0,12	1,99	0,37	3,85	
C	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,00	1,61	0,00	4,04	
Разрез 8709. Чернозем обыкновенный легкоглинистый, орошаемый, с. Оланешты										
Ап	1,22	1,70	1,33	1,24	0,86	0,47	2,36	0,92	2,74	-0,93
A	1,17	1,63	1,27	1,22	0,77	0,38	2,22	0,78	2,89	
B2	1,14	1,07	1,12	1,17	0,50	0,11	1,82	0,38	3,60	
C	1,00	1,00	1,00	1,00	0,39	0,00	1,43	0,00	3,67	

Поведение первичных минералов контролируют показатели K1–K3. В обоих черноземах их значения превышают единицу и увеличиваются вверх по профилю, это указывает на то, что полевые шпаты (K1), слоистые силикаты (K2), те и другие вместе (K3) в обоих черноземах подвержены разрушению, а интенсивность процесса возрастает вверх по профилю. В орошаемом черноземе величины всех показателей K1–K3 весьма существенно превышают таковые в неорошаемом черноземе. Так, в почвенных горизонтах орошаемого чернозема значения K1 находятся в пределах 1,14–1,22 против 1,06–1,10 в неорошаемом черноземе, K2 – в пределах 1,07–1,70 против 1,15–1,21; K3 – 1,12–1,33 и 1,08–1,13 соответственно. Это значит, что природные процессы выветривания первичных минералов, имеющие место в неорошаемом черноземе, в связи с орошением приобретают более интенсивный характер. В результате в почвах с потерей первичных минералов происходит относительное накопление более устойчивого к выветриванию кварца, которое увеличивается к верхним горизонтам. Показатели K2 в обоих черноземах значительно выше показателей K1. Это означает, что слоистые силикаты в таком же количественном соотношении выветриваются интенсивнее, чем полевые шпаты, особенно при орошении. Показатели выветривания первичных минералов в обыкновенных неорошаемом и орошаемом черноземах заметно превышают таковые в аналогичных карбонатных черноземах [1]. Так, например, K1 в орошаемом карбонатном черноземе представлено значениями 1,00–1,06, а K2 – 1,18–1,28, то эти же показатели в обыкновенном орошаемом черноземе составили 1,14–1,22 и 1,07–1,70 и т. д. соответственно.

Показатель K4 характеризует состояние илистой фракции. Его значения в обоих черноземах больше 1 и от породы к верхним горизонтам возрастают. В неорошаемом черноземе они составляют 1,10–1,12 единицы, в орошаемом увеличиваются до 1,17–1,24. Эти данные указывают на то, что в обоих черноземах глинистые минералы, представленные илистой фракцией, разрушаются, причем в орошаемом черноземе процесс протекает интенсивнее. В неорошаемом черноземе потери глинистых минералов, как и первичных, вызваны естественным выветриванием и почвообразованием. В орошаемом черноземе к этому дополнительно причастно воздействие оросительных вод. Обратим внимание на то, что изменения в содержании глинистых минералов по профилю обусловлены именно их потерей. Признаков лессиважа, т. е. переноса по профилю глинистых

минералов без их разрушения не обнаруживается. Наличие по профилю одного только лессиважа должны соответствовать сочетания $K_3 = 1$ (отсутствие разрушения первичных минералов) с $K_4 > 1$ (потеря глинистых минералов) в горизонте А с $K_3 = 1$ (отсутствие разрушения первичных минералов) с $K_4 < 1$ (приход глинистых минералов) в горизонте В, чего нет. Если лессиваж сочетается с внутрипочвенным оглиниванием в горизонте В, то такое состояние характеризовалось бы показателями $K_3 = 1$ с $K_4 > 1$ в горизонте А с $K_3 > 1$ и $K_4 < 1$ в горизонте В [17], чего также не наблюдается. По показателям K_4 разрушение глинистых минералов в орошаемом обыкновенном черноземе (1,24–1,17) происходит интенсивнее, чем в орошаемом карбонатном черноземе (1,21–1,19) [1].

О влиянии орошения на иллит и смектит следует судить по показателю ПИИС. Его значения в обоих черноземах закономерно увеличиваются от породы к верхним горизонтам. Эти данные указывают на то, что в почвах содержание иллита повышается к верхним горизонтам, а смектита – к породе. Но при этом значения показателя ПИИС в орошаемом черноземе (0,39–0,86) в сравнении с неорошаемым черноземом (0,40–0,65) увеличились, что свидетельствует о том, что орошение приводит к росту в иле содержания иллита или возрастанию эффекта иллитизации. Иначе говоря, свойственная зональным черноземам Молдовы природная иллитизация верхней части профиля под воздействием орошения усиливается [17]. Это наблюдение совпадает с тем, что отмечали и другие исследователи [4–11]. То, что с орошением интенсификация процесса иллитизации нарастает, подтверждается повышением значений показателя ПНИС в орошаемом черноземе в сравнении с неорошаемым с 0,12–0,25 до 0,11–0,47 (табл. 3). По показателям ПИИС в сравнении с карбонатным орошаемым черноземом (0,78–0,63) [1] в обыкновенном иллитизация в верхней части профиля получила более интенсивное развитие (0,86–0,50).

Соотношение по профилю черноземов между кварцем и смектитом (ПИКС) указывает на то, что в горизонтах Ап и А орошение ведет к относительному накоплению кварца в связи с потерей смектита. Это отмечено увеличением в орошаемом черноземе показателя ПИКС в этих горизонтах, в сравнении с неорошаемым черноземом, с 2,07–2,13 до 2,22–2,36. Напротив, в нижней части профиля орошаемого чернозема значения ПИКС становятся ниже (1,43–1,82) таковых в неорошаемом черноземе (1,61–1,99), что указывает на поступление туда, вплоть до породы, дополнительного количества смектита. Это обстоятельство представляет интерес в том отношении, что, во-первых, показывает: смектит может или мигрировать, или, вероятнее, воспроизводиться заново из раствора в карбонатной зоне. Во-вторых, то, что в данном случае мы считаем почвообразующей породой, строго говоря, таковой не является, так как пополняется поступающим из верхних горизонтов материалом почвообразования.

Потерю смектита в верхних горизонтах при орошении водами хорошего качества отмечали и другие исследователи [4,5]. По данным некоторых из них он выносится в процессе лессиважа в более глубокие горизонты [10]. По нашим данным смектит разрушается на месте. Напряженность этого процесса в нашем исследовании по показателям ПНИС возрастает с 0,37–0,51 в неорошаемом черноземе до 0,38–0,92 в орошаемом. Интересно отметить, что в карбонатном орошаемом черноземе последние показатели составили 0,64–0,81 [1]. Эти различия объясняются тем, что в обыкновенном черноземе относительный прирост содержания кварца за счет

выноса смектита интенсивнее происходит в верхних горизонтах, а в карбонатном черноземе этот процесс протекает активнее в более глубоких частях профиля.

Показатели ПИКИ отражают динамику соотношения по профилю между кварцем и иллитом. Их величины, в отличие от других показателей, с глубиной не уменьшаются, а увеличиваются. Причина в том, что соотношение между кварцем и иллитом вверх по профилю складывается в пользу второго, поскольку относительное накопление иллита в профиле черноземов происходит интенсивнее, чем кварца. И чем меньше величина показателя, тем выше накопление иллита. Так, показатели ПИКИ в неорошаемом и орошаемом черноземах вверх по профилю закономерно уменьшаются, отражая усиление в этом направлении иллитизации. Их значения находятся соответственно в пределах 4,04–3,26 и 3,67–2,74. В результате такого поведения по профилю значений ПИКИ показатель напряженности процесса ПНКИ для каждого чернозема приобретает отрицательное значение. По разнице между показателями верхнего горизонта и породы ПНКИ для всего профиля неорошаемого чернозема составил – 0,78 единицы, для профиля орошаемого чернозема – 0,93. Чем показатель в отрицательном значении ниже, что имеет место в орошаемом черноземе по сравнению с неорошаемым, тем выше интенсивность и объем накопления иллита в почве. Поскольку иллит менее устойчив к выветриванию в сравнении с кварцем, его более интенсивное относительное накопление в почве в сравнении с кварцем указывает на то, что в илистой фракции он накапливается в результате физической диспергации слюдогенного материала крупных фракций и вероятной необменной фиксации биогенного калия высокозарядным смектитом. Иллит в илистой фракции не может не разрушаться, но этот процесс протекает медленнее в сравнении с противоположно направленными двумя другими, указанными выше [1].

ВЫВОДЫ

Орошение водами хорошего качества из Днестра в течение 12 лет привело к изменению минералогического состояния обыкновенного легкогоглинистого чернозема. Ирригация, дополнительно к естественному выветриванию, вызвала разрушение силикатных минералов и относительное накопление в почве более устойчивого к выветриванию кварца, что дает основание относить орошение к негативному для почвы антропогенному воздействию. Изучение, наряду с глинистыми, первичных минералов, позволило установить относительное накопление кварца не только в илистой фракции, но и в почве в целом по причине разрушения тех и других. Преобразования в составе глинистых минералов сопровождаются выветриванием смектита и накоплением иллита или иллитизацией верхней части профиля чернозема. Иллитизация усиливается поступлением в ил слюдогенного материала из крупных фракций и вероятной необменной фиксации биогенного калия высокозарядным смектитом. Выветриванию подвергаются также хлорит и каолинит, происходит потеря илистой фракции. Эти данные согласуются с данными других исследователей. В отличие от работ других авторов, в которых фиксируется лессиваж смектита, в нашем случае установлено разрушение его на месте. Полученные результаты во многом повторяют те, что были установлены при изучении карбонатного чернозема [1]. Отличия связаны с усилением деградационных процессов в обыкновенном черноземе в сравнении с карбонатным. Эти данные не согласуются

с утверждением, что при хорошем качестве поливной воды орошение черноземов даже длительное время не приводит к существенным изменениям в составе их минеральных компонентов. К определенным достижениям относим успешное, на наш взгляд, применение системы показателей оценки минералогического состояния черноземов не только в их природном виде, но и в процессе ирригации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев, В. Е.* Сравнительная характеристика минералогического состояния сопряженной пары орошаемого и неорошаемого карбонатных черноземов юга Молдовы / В. Е. Алексеев // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – №1(62). – С. 32–40.
2. *Алексеев, В. Е.* Сопряженная пара орошаемого и неорошаемого карбонатных черноземов юга Молдовы: баланс минералов / В. Е. Алексеев // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1(62). – С. 41–49.
3. *Алексеев, В. Е.* Способ оценки минералогического состояния силикатной части черноземов / В. Е. Алексеев // Почвоведение. – 2012. – № 2. – С. 189–199.
4. *Чижикова Н. П.* Изменение минералогического состава черноземов типичных при орошении / Н. П. Чижикова // Почвоведение. – 1991. – № 2. – С. 65–81.
5. *Чижикова, Н. П.* Преобразование минералогического состава черноземов южных юго-запада Украины при орошении // Н. П. Чижикова [и др.] // Почвоведение. – 1992. – № 8. – С. 77–87.
6. *Чижикова, Н. П.* Статистическая оценка изменения минералогического состава ила степных почв при орошении / Н. П. Чижикова, Н. Б. Хитров, В. С. Дуженко // Почвоведение. – 1992. – № 4. – С. 59–71.
7. *Чижикова, Н. П.* Влияние орошения на изменение минералогического состава черноземов и каштановых почв / Н. П. Чижикова // Почвоведение. – 1995. – № 1. – С. 128–144.
8. *Приходько, В. Е.* Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В. Е. Приходько. – М.: Интеллект, 1996. – 168 с.
9. *Топунова, И. В.* Влияние орошения на содержание и минералогический состав илистой фракции черноземов Ростовской области (Багаевско-Садковская оросительная система) / И. В. Топунова, В. Е. Приходько, Т. А. Соколова // Вестник Московского университета. – Серия 17. Почвоведение. – 2010. – № 1. – С. 6–13.
10. *Крыщенко В. С.* Изменение минеральной части предкавказских террасовых черноземов при орошении / В. С. Крыщенко, А. Я. Вигутова, Э. Ф. Рязанова // Почвоведение. – 1983. – № 8. – С. 89–99.
11. *Соколова, Т. А.* Глинистые минералы в почвах / Т. А. Соколова, Т. Я. Дронова, И. И. Толпешта. – М., 2005. – 336 с.
12. *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.
13. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / под ред. Г. Брауна. – М.: Мир, 1965. – 599 с.
14. Рентгенография основных типов породообразующих минералов / под ред. В. С. Власова [и др.]. – Л.: Недра, 1983. – 359 с.

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

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

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

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE MINERALOGICAL STATE OF IRRIGATED AND NON-IRRIGATED ORDINARY CHERNOZEMS OF SOUTH OF MOLDOVA

V. E. Alekseev

Summary

Irrigation of ordinary chernozems in the South of Moldova with water of good quality from the Dniester river for 12 years caused changes in the composition of primary and clay minerals. They were expressed in a marked decrease in the content of both groups of minerals and in the relative accumulation of quartz in the soil. Among the primary minerals, feldspars and layered silicates were destroyed, while among the clay minerals, smectite, chlorite, and kaolinite were destroyed. Signs of smectite transfer along the profile and accumulation in horizon B, as noted by other researchers, have not been established. Indicators of changes in the mineralogical state indicate that the upper part of the irrigated Chernozem, along with quartz, receives additional enrichment with illite. The destruction of silicate minerals and the relative accumulation of quartz in the soil should be attributed to the negative impact of irrigation on the soil.

Поступила 18.03.2020

УДК 631.4:549.905.8

ОРОШАЕМЫЙ И НЕОРОШАЕМЫЙ ОБЫКНОВЕННЫЕ ЧЕРНОЗЕМЫ ЮГА МОЛДОВЫ: БАЛАНС МИНЕРАЛОВ

В. Е. Алексеев

*Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н. А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

Сравнительная характеристика неорошаемого и орошаемого легкого глинистых обыкновенных черноземов с юга Молдовы, представленная в предыдущей статье, показала значительные изменения минералогического состояния в оро-