УДК 631.4:549.905.8

СОПРЯЖЕННАЯ ПАРА ОРОШАЕМОГО И НЕОРОШАЕМОГО КАРБОНАТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮГА МОЛДОВЫ: БАЛАНС МИНЕРАЛОВ

В. Е. Алексеев

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

ВВЕДЕНИЕ

Сравнительная характеристика сопряженной пары неорошаемого и орошаемого черноземов с юга Молдовы, представленная в предыдущей статье, показала значительные изменения минералогического состояния в орошаемом аналоге в сравнении с неорошаемым. Изменения затронули не только глинистые, но и первичные минералы. Цель и задача данного сообщения – с помощью показателей баланса масс минералов детализировать и углубить оценку установленных трансформаций, показать, чему по объемам масс минералов они соответствуют. Вместе с этим преследуется цель проверить применимость данного приема оценки минералогических преобразований, разработанного для зональных черноземов [1], в отношении черноземов, подвергшихся ирригации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования продолжены на упомянутой паре тяжелосуглинистых карбонатных черноземов Каушанской оросительной системы близ села Фарладаны, неорошаемом (разрез 8804) и орошаемом (разрез 8805). Напомним, что расположены они на плато не более 100 м друг от друга. При годовых осадках около 500 мм оросительная норма равнялась 3000 м^3/га, а годовое количество поступавшей в почву влаги составляло порядка 800 мм. Орошение велось водой из Днестра с минерализацией не выше 0,7 г/л на протяжении 11 лет.

В результате оценки в предыдущей статье минералогического состояния названных черноземов были установлены изменения, связанные с потерями первичных и глинистых минералов при орошении, выраженные в процентах от веса исходной породы. Наряду с этим интерес представляют данные по потерям масс минералов при орошении почв в указанных выше условиях, выраженные в т/га. Для необходимых расчетов в нашем распоряжении были следующие показатели: результаты количественной оценки содержания первичных и глинистых минералов в горизонтах Ап, А, В2 и С и мощности этих горизонтов. Для балансовых расчетов масс минералов отсутствовали данные по их содержанию в горизонтах В1 и ВС и данные по плотности перечисленных горизонтов. Чтобы получить сравнимые данные по потерям масс минералов в исследуемых черноземах, пришлось ограничиться толщей почв, представленной горизонтами Ап, А, В1 и В2. Горизонты В1 и В2 потребовалось объединить в один В1–В2, так как данные количественного анализа минералов были только по горизонту В2. Мощности горизонтов в неорошаемом и орошаемом черноземах были практически одинаковыми. Данные по

плотности горизонтов для карбонатных черноземов тяжелосуглинистого гранулометрического состава взяли из работы [2], содержащей большой статистический материал по физическим свойствам почв Молдовы. Возможное уплотнение почвы при орошении в данном случае не учитывалось. Таким образом, все расчеты по обоим черноземам при описанных выше условиях были произведены на глубину 102 см. Несовершенство подобных расчетов для нас очевидно. Вместе с тем полученная в результате информация представляет научный интерес.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Последовательность и наглядность произведенных расчетов по первичным и глинистым минералам можно проследить с помощью двух видов таблиц. В одних баланс минералов представлен в кг/100 кг породы (табл. 1, 2), в других – в виде масс минералов данного горизонта почвы и в целом для профиля почвы на определенную глубину, выраженных в т/га, с использованием данных первых двух таблиц (табл. 3, 4). В них присутствуют три части. В первой представлено содержание первичных и глинистых минералов, выраженное в весовых процентах от минеральной, свободной от карбонатов части почвы. Во второй – содержание минералов в горизонтах, приведенное к содержанию кварца в породе. В третьей содержатся данные баланса минералов как разницы в показателях между породой и горизонтом (во второй части таблицы).

Полученные данные свидетельствуют о том, что баланс первичных минералов в обоих черноземах по всем минералам отрицательный. По полевым шпатам неорошаемого чернозема он измеряется в 0,2–0,3 кг/100 кг породы, слюдам – 0,1–0,3, хлориту и каолиниту – 0,1–0,4 кг/100 кг породы. Суммарные потери первичных минералов по профилю составили 0,3–1,5 кг/100 кг породы. Потери первичных минералов в орошаемом черноземе заметно выше и в суммарном измерении по профилю выразились в 0,7–1,8 кг/100 кг породы. Ситуация с глинистыми минералами иная. Отрицательный баланс в обоих черноземах прослеживается только по трем минералам: смектиту, хлориту и каолиниту. По иллиту он положительный. Причем положительный баланс по иллиту в неорошаемом черноземе в орошаемом продолжает увеличиваться (в первом случае 0,4–3,0, во втором – 1,3–3,0 кг/100 кг), тем самым показывая, что орошение усиливает процесс иллитизации. В неорошаемом черноземе наибольшие потери среди глинистых минералов принадлежат смектиту. Они увеличились от породы к верхним горизонтам и составили в неорошаемом черноземе 5,2–7,4, в орошаемом – 6,9–8,3 кг/100 кг породы, т.е. выше в сравнении с неорошаемым.

Баланс масс первичных и глинистых минералов в исследуемых черноземах представлен в табл. 3, 4. Он носит неустойчивый характер. Так, в неорошаемом черноземе потери плагиоклазов и калиевых полевых шпатов составили 15 и 12 т/га соответственно, в орошаемом – 31 и 9 т/га соответственно (табл. 3). По плагиоклазам прирост потерь от орошения составил 16 т/га, по калиевым полевым шпатам, напротив, образовался положительный баланс в 3 т/га. Поскольку при орошении содержание калиевых полевых шпатов не может увеличиваться, последнюю цифру стоит, по-видимому, рассматривать как случайную, как следствие анализа на пределе его точности или неоднородности породы. То же самое наблюдается со слюдами, положительный баланс которых также в 3 т/га отмечается в орошаемом черноземе как следствие потери слюд в неорошаемом черноземе в размере 18 т/га, а в орошаемом – 15 т/га.

Таблица 1

Баланс первичных минералов силикатной части черноземов

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Весовой % в силикатной части почвы							Мгп, кг/100кг породы							Мд, кг/100кг породы						
		кварц	плагиоклазы	калиевые полевые шпаты	слюды	хлорит	каолинит	фракция >1 мкм	кварц	плагиоклазы	калиевые полевые шпаты	слюды	хлорит	каолинит	сумма	кварц	плагиоклазы	калиевые полевые шпаты	слюды	хлорит	каолинит	балансе первичных минералов
Разрез 8804. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, неорошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																						
Ап	0–20	43,7	6,3	5,7	2,5	1,6	0,5	60,4	40,0	5,8	5,3	2,3	1,5	0,4	55,3	0,0	–0,3	–0,2	–0,3	–0,4	–0,2	–1,5
А	20–30	41,7	6,2	5,5	2,7	1,6	0,6	58,2	40,0	5,9	5,2	2,6	1,5	0,6	55,8	0,0	–0,2	–0,2	–0,1	–0,4	–0,1	–1,0
В2	80–90	42,5	6,5	5,8	2,8	1,7	0,8	60,0	40,0	6,1	5,4	2,6	1,6	0,7	56,5	0,0	0,0	0,0	–0,1	–0,2	0,1	–0,3
С	190–200	40,0	6,1	5,5	2,7	1,9	0,7	56,8	40,0	6,1	5,5	2,7	1,9	0,7	56,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Разрез 8805. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, орошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																						
Ап	0–20	43,9	6,6	6,2	2,6	1,0	0,6	43,9	39,8	6,0	5,6	2,4	0,9	0,6	55,4	0,0	-0,5	–0,2	–0,3	–0,4	–0,4	–1,8
А	20–30	43,9	6,6	6,3	2,6	1,0	0,9	43,9	39,8	6,0	5,7	2,4	0,9	0,8	55,8	0,0	-0,5	–0,1	–0,2	–0,4	–0,1	–1,4
В2	80–90	43,0	7,1	6,3	2,8	1,0	0,8	43,0	39,8	6,6	5,9	2,6	0,9	0,7	56,5	0,0	0,0	0,0	0,0	–0,5	–0,2	–0,7
С	190–200	39,8	6,5	5,9	2,6	1,4	1,0	39,8	39,8	6,5	5,9	2,6	1,4	1,0	57,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 2

Баланс глинистых и общий баланс минералов силикатной части черноземов

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Весовой % в силикатной части почвы					Мгп, кг/100кг породы					Мд, кг/100кг породы					Баланс минералов, кг/100кг породы		
		смектит	иллит	хлорит	каолинит	фракция <1 мкм	смектит	иллит	хлорит	каолинит	сумма	смектит	иллит	хлорит	каолинит	баланс глинистых минералов	баланс первичных минералов	баланс глинистых минералов	общий баланс минералов
Разрез 8804. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, неорошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																			
Ап	0–20	20,0	12,9	2,9	3,9	39,6	18,3	11,8	2,6	3,6	36,3	–7,4	2,3	–1,0	–0,9	–6,9	–1,5	–6,9	–8,4
А	20–30	21,2	13,0	3,6	4,0	41,8	20,3	12,5	3,5	3,8	40,1	–4,8	3,0	–0,7	–0,6	–3,1	–1,0	–3,1	–4,2
В2	80–90	22,4	10,5	3,5	3,6	40,0	21,0	9,9	3,3	3,4	37,7	–5,2	0,4	–0,3	–0,4	–5,5	–0,3	–5,5	–5,9
С	190–200	25,7	9,5	3,6	4,4	43,2	25,7	9,5	3,6	4,4	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Разрез 8805. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, орошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																			
Ап	0–20	18,1	14,0	3,4	3,5	39,0	16,4	12,7	3,1	3,2	35,4	–8,2	3,0	–1,3	–1,0	–7,4	–1,8	–7,4	–9,2
А	20–30	17,9	13,3	3,5	3,7	38,5	16,3	12,1	3,2	3,4	34,9	–8,3	2,4	–1,2	–0,8	–7,9	–1,4	–7,9	–9,3
В2	80–90	19,0	11,9	4,3	3,8	39,0	17,6	11,0	3,9	3,5	36,1	–6,9	1,3	–0,4	–0,6	–6,7	–0,7	-6,7	–7.4
С	190–200	24,6	9,7	4,4	4,2	42,8	24,6	9,7	4,4	4,2	42,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 3

Баланс масс первичных минералов силикатной части черноземов

Горизонт	Глубина, см	Мощность, см	Плотность, г/см^3	Масса, т/га	Плагиоклазы		Калиевые полевые шпаты		Слюды		Хлорит		Каолинит		Баланс погоризонтный	
					вес,%	т/га	вес,%	т/га	вес,%	т/га	вес,%	т/га	вес,%	т/га	вес,%	т/га
Разрез 8804. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, неорошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																
Ап	0–20	20	1,19	2380	–0,3	–7	–0,2	–5	–0,3	–7	–0,4	–10	–0,2	–5	–1,4	–33
А	20–50	30	1,27	3810	–0,2	–8	–0,2	–8	–0,1	–4	–0,4	–15	–0,1	–4	–1	–38
В1,В2	50–102	52	1,31	6812	0	0	0	0	–0,1	–7	–0,2	–14	0,1	7	–0,2	–14
С	190–200	–	–	–	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Профильный баланс минералов, т/га					–	–15	–	–12	–	–18	–	–38	–	–2	–	–85
Разрез 8805. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, орошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																
Ап	0–20	20	1,19	2380	–0,5	–12	–0,2	–5	–0,3	–7	–0,4	–10	–0,4	–10	–9,8	–43
А	20–50	30	1,27	3810	–0,5	–19	–0,1	–4	–0,2	–8	–0,4	–15	–0,1	–4	–7,4	–50
В1,В2	50–102	52	1,31	6812	0	0	0	0	0	0	–0,5	–34	–0,2	–14	–4,9	–48
С	190–200	–	–	–	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Профильный баланс минералов, т/га					–	–31	–	–9	–	–15	–	–59	–	–27	–	–141
Баланс минералов после орошения, т/га					–	–16	–	3	–	3	–	–21	–	–25	–	–56

Таблица 4

Баланс масс глинистых и общий баланс масс минералов силикатной части черноземов

Горизонт	Глубина, см	Мощность, см	Плотность, г/см^3	Масса, т/га	Смектит		Иллит		Хлорит		Каолинит		Баланс глинистых минералов		Баланс масс минералов, т/га		
					кг/100 кг	т/га	кг/100 кг	т/га	кг/100 кг	т/га	кг/100 кг	т/га	кг/100 кг	т/га	Бпм*	Бгм	Бо
Разрез 8804. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, неорошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																	
Ап	0–20	20	1,19	2380	–7,4	–176	2,3	55	–1,0	–23	–0,9	–21	–6,9	–165			
А	20–50	30	1,27	3810	–4,8	–183	3,0	113	–0,7	–27	–0,6	–23	–3,1	–120			
В1, В2	50–102	52	1,31	6812	–5,2	–355	0,4	27	–0,3	–21	–0,4	–27	–5,5	–376	–85	–661	–746
С	190–200	–	–	–	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0			
Профильный баланс минералов, т/га					–	–714	–	195	–	–71	–	–72	–	–661			
Разрез 8805. Чернозем карбонатный тяжелосуглинистый, орошаемый, Каушанская ОС, с. Фарладаны																	
Ап	0–20	20	1,19	2380	–8,2	–195	3,0	71	–1,3	–31	–1,0	–24	–7,5	–179			
А	20–50	30	1,27	3810	–8,3	–316	2,4	91	–1,2	–46	–0,8	–30	–7,9	–301			
В1, В2	50–102	52	1,31	6812	–6,9	–470	1,3	89	–0,4	–27	–0,6	–41	–6,6	–450	–141	–930	–1071
С	190–200	–	–	–	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0			
Профильный баланс минералов, т/га					–	–981	–	251	–	–104	–	–95	–	–930			
Баланс минералов после орошения, т/га					–	–267	–	56	–	–33	–	–23	–	–268	–56	–269	–325

*Бпм – баланс масс первичных минералов, Бгм – баланс масс глинистых минералов, Бо – общий баланс масс минералов

Более определенное влияние орошение оказало на хлорит и каолинит. Их потери составили 21 и 25 т/га соответственно. В целом эти данные следует рассматривать как свидетельство того, что орошение дополнительно к природному выветриванию оказало заметное воздействие на первичные минералы. Суммарные потери первичных минералов в неорошаемом зональном карбонатном черноземе составили 85 т/га. В орошаемом черноземе они за счет хлорита и каолинита возросли до 141 т/га, увеличившись на 56 т/га. Такие результаты выглядят довольно неожиданными в том отношении, что выветривание первичных минералов при орошении по объему оказалось соизмеримым с тем, что сложилось в зональном черноземе за всю историю его существования. Среди глинистых минералов черноземов самые большие потери принадлежат смектиту (табл. 4). В неорошаемом черноземе они составили 714 т/га. В орошаемом черноземе потери увеличились до 981 т/га, повысившись на 267 т/га. Потери хлорита и каолинита в неорошаемом черноземе выразились в 71 и 72 т/га соответственно, в орошаемом они достигли 104 и 95 т/га соответственно. Размер потерь по этим двум минералам в результате орошения составил по хлориту 33 т/га, по каолиниту – 23 т/га. В неорошаемом черноземе процесс иллитизации выразился приростом содержания иллита в 195 т/га. В орошаемом черноземе его количество возросло до 251 т/га, увеличившись на 56 т/га. В завершение анализа полученных данных отметим, что баланс масс глинистых минералов с отрицательного в 661 т/га в неорошаемом черноземе в орошаемом возрос до 930 т/га, увеличившись на 268 т/га. Общий баланс масс минералов в неорошаемом черноземе с отрицательного в 746 т/га в орошаемом возрос до 1071 т/га, увеличившись на 325 т/га. Изменения в содержании первичных минералов неорошаемого и орошаемого черноземов оказались очень небольшими, в содержании глинистых минералов они выглядят весьма значительными.

В отношении карбонатного чернозема, задействованного в данном эксперименте с орошением, следует сделать замечание. В отличие от выдвинутого в свое время утверждения, что карбонатным черноземам Молдовы свойственно наиболее выраженное среди черноземов оглинивание верхней части профиля [4], этот чернозем, как видно по приведенным данным, не содержит признаков оглинивания. Это значит, что не всем карбонатным черноземам Молдовы свойственно оглинивание верхних горизонтов. Напротив, в присутствии карбонатов в данном черноземе до орошения имеют место суммарные потери первичных и глинистых минералов по объему, соизмеримому с таковым в обыкновенном черноземе (758 т/га) [5]. Это обстоятельство дает основание еще раз прибегнуть к той версии, что в истории подобных почв мог быть период, когда уровень залегания карбонатов находился ниже современного [5]. Тем более, что осадочные отложения, послужившие почвообразующими породами для черноземов данной территории, датируются как плиоцен-четвертичные [6], т.е. с указанием на их древность. Таким образом, приведенные сведения характеризуют участвующий в исследовании с орошением карбонатный чернозем как достаточно специфический.

ВЫВОДЫ

Обобщая полученные результаты, отметим следующее. Вопреки заявлению некоторых исследователей, утверждающих отсутствие изменений в минералогическом составе черноземов при орошении даже длительностью до полувека, в нашем случае орошение карбонатного чернозема водой хорошего качества сравнительно непродолжительное время (11 лет) привело к снижению содержания не только глинистых минералов до 269 т/га, но и первичных минералов до 56 т/

га. Наши исследования подтверждают существенное при орошении разрушение смектита (до 267 т/га), но на месте, без переноса его по профилю посредством лессиважа. При орошении установлено также дальнейшее развитие свойственного черноземам процесса иллитизации их верхней части профиля с приростом иллита в объеме до 56 т/га. Выявлена значительная степень разрушения первичного хлорита и хлорита и каолинита илистой фракции**.** Обращает на себя внимание диссонанс в поведении первичных минералов в сравнении с глинистыми. Он заключается в том, что на фоне совершенно определенных и весьма значительных потерь при орошении глинистых минералов, потери первичных минералов оказались не выразительными, вплоть до появления положительного баланса по калиевым полевым шпатам и слюдам, что, скорее всего, можно связать со специфическим проявлением неоднородности породы. Впервые, насколько нам известно, приведены данные реальных последствий орошения, выраженных в единицах потери массы минералов, в частности, в т/га. Изученный карбонатный чернозем относится к категории не совсем обычных для Молдовы, в котором отсутствует характерная для данного подтипа хорошо выраженная оглиненность верхней части профиля. Напротив, в природном (до орошения) черноземе потери минералов оказались соизмеримы с таковыми у обыкновенного чернозема, что склонны объяснить большим возрастом первого и возможным в прошлом более низким уровнем нахождения в нем карбонатов. Проведенные исследования показали применимость расчета баланса масс минералов в черноземах с целью установления изменений, вызванных их орошением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. *Атаманюк, А. К.* Физические и мелиоративные свойства почв Молдавии / А. К. Атаманюк, П. М. Владимир, Л. С. Карапетян. – Кишинев: Штиинца, 1977. – 70 с.

3. *Чижикова, Н. П.* Влияние орошения на изменение минералогического состава черноземов и каштановых почв / Н. П. Чижикова // Почвоведение. – 1995. – № 1. – С. 128–144.

4. *Крупеников, И. А.* Черноземы Молдавии / И. А Крупеников. – Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1967. – 427 с.

5. *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.

6. Атлас Молдавской ССР. – М., 1978. – 131 с.

CONJUGATE PAIR OF IRRIGATED AND NON-IRRIGATED CARBONATE CHERNOZEMS OF THE SOUTH OF MOLDOVA: BALANCE OF MINERALS

V. E. Alekseev

Summary

The balance of minerals of the silicate part of carbonate chernozem irrigated for 11 years with good quality waters compared to non-irrigated carbonate chernozem

revealed a decrease in the content of primary minerals by 56 t/ha, smectite by 267 t/ha, chlorite and kaolinite in the sludge in total by 55 t/ha. Irrigation caused additional illitization of the upper part of the profile of chernozem and an increase in the amount of illite by 56 t/ha. Loss of smectite occurred on the spot without moving it deep into the profile. Natural (before irrigation) carbonate chernozem contains signs of loss of primary and clay minerals in the volume characteristic of ordinary chernozem, which probably indicates its ancient origin and a low level of carbonates in the past.

Поступила 18.03.19

УДК 631.581:633.11:631.445.4 (477.46)

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО И УРОЖАЙ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

Г. Н. Господаренко, Е. Д. Черно, А. Л. Лысянский

Уманский национальный университет садоводства, г. Умань, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Несбалансированное по элементам питания внесение минеральных удобрений, их высокая стоимость, сокращение площадей под многолетними травами и зернобобовыми культурами оказывает негативное влияние на плодородие почвы, ухудшает фитосанитарное состояние в агроценозах, снижает урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции. Уменьшить негативное влияние интенсивного земледелия на питательный режим почвы и сельскохозяйственные культуры можно путем биологизации производства сельскохозяйственной продукции.

Особенно большой интерес к биологическому направлению в земледелии наблюдался в первой половине прошлого века, что освещено в работах классиков агрономической науки: В. В. Докучаева, П. А. Костычева, В. Р. Вильямса, Д. Н. Прянишникова, Е. К. Алексеева, А. А. Измаильского, К. А. Тимирязева, А. И. Душечкина, И. М. Комова и др. [1, 2, 3]. В Украине и Беларуси этот вопрос более подробно изучался в 1910–1915 гг. [4].

К сожалению, сидерация не нашла массового использования даже при выращивании сидеральных культур в качестве промежуточных. В то же время в Германии на зеленое удобрение высевают более 30 различных культур.

В сельскохозяйственных предприятиях Украины значительно уменьшилось поголовье скота и снизилось производство навоза. На гектар площади севооборота вносится меньше 1 т органических удобрений, что обусловливает снижение плодородия почв и продуктивности культур. Одной из мер увеличения поступления органического вещества в почву и повышения производительности культур является запахивание пожнивных остатков [5].

В Канаде, США, европейских странах при отсутствии навоза используют зеленую массу культур на сидераты. Систематическое запахивание в почву 15–20 т/га