

А.Н. Омирзакова¹, Е.Е. Сонгулов^{1,2}, А.К. Ершибулов^{1,3}, С. Делибачак⁴*

¹*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, Алматы, Казахстан*

²*Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан,
songulov@mail.ru**

³*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
azamat_ershbul@mail.ru*

⁴*Факультет почвоведения и питания растений, Университет Эге, Измир, Турция,
sezai.delibacak@gmail.com*

ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ ШАУЛЬДЕРСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

Аннотация

Исследование минералогического состава почв Шаульдерского орошаемого массива в Туркестанской области проведено впервые с целью разработки научных основ рационального использования орошаемых сероземов и оценки текущего состояния сельскохозяйственных земель юга Казахстана. В пахотном горизонте серозема южного (0–10 см) содержание SiO₂ составило 56,8%, Al₂O₃ — 19,8%, Fe₂O₃ — 9,73%, MgO — 4,75%. В илистой фракции выявлены: иллит (до 16,8%), глауконит (до 12,5%), каолинит (до 9,1%), хлорит (до 12,6%), полевой шпат — до 4,7%. В лугово-сероземной почве отмечено присутствие троны (до 13,2%) в среднем горизонте.

Анализ тонкодисперсной фракции сопряженной пары сероземов южных выявил следующий минералогический состав: иллит, глауконит (гидролюда), смешаннослойные иллит-сметитовые образования, каолинит, галлуазит, хлорит (клинохлор), полевой шпат и кварц. В лугово-сероземных почвах обнаружены: иллит, глауконит (гидролюда), каолинит, галлуазит, хлорит (клинохлор), кварц и полевые шпаты. Помимо этого, в хлорит-каолинит-гидролюдистой минеральной ассоциации присутствуют магнезиальные алюмосиликаты.

Исследование минералогического состава орошаемых и неорошаемых сероземных почв показало накопление ила за счет иллитов в результате аградационных процессов, связанных с фиксацией калия из различных источников и диспергацией слюд крупной фракции. Увеличение содержания гидролюда в пахотных горизонтах указывает на преобразование ила в гидролюда, вызванном физической диспергацией крупных слюд и разрушением части смектитовой фазы. Это, в свою очередь, привело к структурным изменениям тонкодисперсной части почв под влиянием орошения.

Ключевые слова: *тонкодисперсная минералогия, орошаемые почвы, сероземы южные, гидролюда, смешаннослойные образования, каолинит, хлорит.*

Введение

Орошаемое земледелие в условиях аридного климата оказывает значительное влияние на агрохимические и минералогические свойства почв. Шаульдерский массив орошения в Туркестанской области является уникальным объектом для изучения, поскольку здесь длительное время применялось орошение водой из р. Сырдарья (минерализация 300–600 мг/л) с различной интенсивностью в течение более 30 лет. Длительное воздействие воды на почвы привело к трансформациям как органического вещества, так и минеральной основы почв, особенно в тонкодисперсной фракции. Целью настоящего исследования является установление минералогических изменений в илистой фракции орошаемых сероземов южных и лугово-сероземных почв Шаульдерского массива. Почвы Шаульдерского массива

орошения, относятся к предгорной зоне низкотравных полусаванн – это первая ступень в спектре вертикальной зональности Западного Тянь-Шаня.

Зоны орошаемого земледелия приурочены преимущественно к аллювиальным равнинам рек Сырдарья и Арысь, где почвообразующими породами являются лесс и лессовидные суглинки и слабослоистые глинистые и суглинистые четвертичные древнеаллювиальные отложения [1, 2].

Освоение под орошение южных малокарбонатных почв предгорных равнин Казахстана, на которых сформировались сероземы, заметно отличается от орошаемых почв Средней Азии, где за счет содержания взвесей в оросительной воде и внесения землистых удобрений за многовековой период сформировались своеобразные почвы с различной мощностью и составом агроирригационных горизонтов [3].

Исследования Х. Турсынова (1970) показывают каолинит-хлорит-гидрослюдистую ассоциацию, характерную для тонкодисперсных фракций сероземов, которым сопутствует монтмориллонит (в материнской породе), смешанослойные образования и магнезиальные алюмосиликаты [4]. Особое внимание заслуживает тезис авторов (Турсунов, 1970; Зырин и Турсунов, 1971) об иллитизации и хлоритизации, как устойчивой фазы трансформации тонкодисперсных продуктов выветривания в условиях аридного почвообразования и образования магнезиальных силикатов в качестве типоморфных глинистых минералов сероземной зоны [4, 5]. Аналогичные выводы о каолинит-хлорит-гидрослюдистом составе илистых фракций сероземов, которым сопутствуют магнезиальные силикаты, были получены при исследовании почв Центрального Копетдага [6].

Обзор минералогических исследований тонкодисперсных фракций лессов и лессовидных пород сероземной зоны 15 различных регионов Средней Азии показывает широкий набор минералов, включающих монтмориллонит, бейделит, гидрослюды, каолинит, галлуазит, нонтронит, гетит, тонкодисперсный кварц [7]. Однако, в качестве преобладающих минералов, практически во всех случаях упоминаются гидрослюды и каолинит и очень редко-монтмориллонит.

Материалы и методы исследования

Минералогические исследования почв Шаульдерского массива орошения Туркестанской области проведены впервые в целях разработки научных основ рационального использования орошаемых сероземов и с целью изучения влияния орошения на минералогический и химический состав сероземов южных и лугово-сероземных почв Шаульдерского массива орошения на древнеаллювиальной равнине реки Сыр-Дарья.

Объекты исследования:

Разрез Р4/18 (пашня) - Серозем южный светлый орошаемый тяжелосуглинистый

Разрез Р5/18 (целина) - Серозем южный светлый среднесуглинистый

Разрез (Р9/19) (пашня) - Лугово-сероземная орошаемая незасоленная легкосуглинистая на суглинке

Разрез Р8/19 (целина) - Лугово-сероземная солончаковая легкосуглинистая на суглинке

В основу исследований положен сравнительно-географический метод, заключающийся в сопоставлении одних почв с другими с учетом условий почвообразования, что дает возможность изучения генезиса почв, установления как генетических связей между компонентами почвенного покрова, так и факторов его дифференциации, а также основных направлений почвообразовательного процесса.

На этапе проведения маршрутных полевых исследований применялись морфологические методы, обеспечивающие достоверность и обоснованность полевой диагностики почв, почвенного картирования и характеристики главных морфологических и минералогических свойств почв.

Применение инструментальных методов связано с лабораторными аналитическими исследованиями отобранных образцов, которые проводились по общепринятым методикам [8-10].

Результаты и дискуссия

В настоящей статье впервые приведены данные по определению минералогического состава сероземов южных и лугово-сероземных почв Южного Казахстана.

Задачей данного исследования явилось изучение влияния орошения на минералогический состав тонкодисперсной части сероземов южных и лугово-сероземных почв Шаульдерского массива орошения Туркестанской области.

Валовой химический состав почв исследованных почв показывает, относительную однородность химического состава отдельных горизонтов.

Верхние и средние части профиля южных сероземов и лугово-сероземных относительно обогащены полуторными окислами Са и Р [11, 12]. Несколько повышенное содержание валового фосфора и калия в верхних горизонтах объясняется их биологической аккумуляцией. В распределении MgO и наблюдается обратная картина, т.е. ее содержание несколько увеличивается с глубиной.

Валовой химический состав неорошаемых и орошаемых как сероземов южных, так и лугово-сероземных почв различаются в верхних горизонтах - в орошаемых почвах значительно уменьшаются оксиды кальция и частично - катионы магния, калия и натрия по сравнению с целинным участком.

Имеющаяся неравномерность распределения в профиле неорошаемых сероземов южных SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ связано с разным составом материнских пород [13].

Валовой химический состав илистой фракции различных генетических горизонтов южных сероземов и лугово-сероземных почв характеризуется однородностью (табл.1, 2) в связи с однотипным характером минералогического состава илистой фракции. Различие в химическом составе илстых фракций отдельных горизонтов лугово-сероземных почв незначительны и объясняются неодинаковым минералогическим составом второстепенных компонентов, сопутствующим гидрослюдам (иллит, глауканит).

По сравнению с почвой содержание оксидов элементов в илистой фракции рассматриваемых почв существенно отличается. Снижено количество оксидов кремния, в то же время отмечается значительное увеличение валового магния, железа и алюминия.

По участию основных компонентов илстые фракции горизонтов могут быть охарактеризованы как магний-ферри-алюмо-кремниевые с учетом K₂O и Na₂O.

Наибольшее количество оксида кремния, фосфора, и оксида алюминия отмечается в пахотном горизонте исследованных почв (табл.1, 2).

Таблица 1 –Валовой химический состав илистой фракции серозема южного

Образец: серозем южный P4\ C18 (пашня)												
Все результаты в соединениях %												
Глубина, см	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Na ₂ O	Итого
0-10	56.8	4,75	19,80	9,73	1,22	0.24	2.66	1.79	0,51	0.15	2,35	100,0
17-27	57,42	4,38	18,86	9,94	1,41	0,15	3,13	2,14	0,37	0,15	2,41	100,0
35-45	55,73	4,31	18,64	10,78	1,03	0,37	3,04	2,50	0,40	0,18	3,05	100,0
63-73	55,59	4,97	18,31	10,21	1,09	0,43	2,73	2,84	0,48	0,16	3,17	100,0
90-100	55.69	5,06	18,56	10,36	0,98	0,25	2,12	3,08	0,45	0,15	3,3	100,0
Образец: серозем южный (целина) P5\ C18												
Все результаты в соединениях %												
Глубина, см	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Na ₂ O	Итого
0-6	55.8	5.61	19,51	8,59	1.79	0.76	3.3	1.04	0.72	0.18	2,70	100,0
6-16	55,77	4,85	20,40	8,39	1,82	0,60	3,63	1,54	0,38	0,22	2,47	100,00
18-28	55,46	4,45	19,48	8,59	1,56	0,54	3,75	2,27	0,65	0,23	3,02	100,00
34-44	56,67	4,61	19,28	8,70	1,53	0,41	3,66	2,11	0,58	0,25	2,27	100,00
90-100	56.80	4,03	19,03	9.13	1,75	0,52	2,87	2,12	0,66	0,19	2,90	100,0

Таблица 2 – Валовой химический состав илистой фракции лугово-сероземной почвы

Образец: лугово- сероземная почва P9\C19 (пашня)												
Все результаты в соединениях %												
Глубина , см	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Na ₂ O	Итог
0-5	56,80	3,91	20,51	7,49	1,88	0,52	3,80	1,77	0,73	0,22	2,37	100,0
20-30	56,75	3,85	20,20	7,69	1,71	0,60	3,83	1,74	0,78	0,42	2,43	100,00
34-44	55,76	3,95	19,58	8,09	1,61	0,64	3,56	1,27	0,65	0,33	2,56	100,00
50-60	55,87	3,81	19,28	8,50	1,63	0,71	3,76	2,51	0,78	0,35	2,80	100,00
Образец: лугово- сероземная почва P8\C19 (целина)												
Все результаты в соединениях %												
Глубина , см	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Na ₂ O	Итог
0-5	55,52	4,30	18,48	9,59	1,47	0,23	4,22	1,65	0,24	0,11	4,19	100,0
5-15	55,37	4,45	18,28	9,50	1,41	0,30	4,06	1,51	0,35	0,25	4,52	100,0
20-30	54,97	4,55	18,23	9,46	1,43	0,34	3,73	1,47	0,38	0,22	5,22	100,0
37-47	55,18	4,76	18,38	9,37	1,63	0,42	3,89	1,54	0,36	0,26	4,11	100,0
80-90	55,33	4,61	18,42	9,54	1,48	0,37	3,75	1,59	0,40	0,25	4,26	100,0

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в пахотном горизонте орошаемого серозема (0–10 см) содержание SiO₂ составляет 56,8%, а в целинном — 55,8%, что указывает на слабое накопление кремнезёма при орошении. Содержание Al₂O₃ и Fe₂O₃ остаётся высоким во всех горизонтах, а MgO повышается с глубиной, что свидетельствует о миграции магния вниз по профилю.

Таблица 3 демонстрирует, что доля иллита и глауконита в пахотном горизонте выше (иллита до 16,8%), а доля смектитов относительно невелика (до 3,3%). Это подтверждает наличие аградационных процессов и гидрослюдизации. Количество каолинита, галлуазита и палыгорскита также значительно, особенно в верхних горизонтах. Анализ таблицы 4 показывает, что в лугово-сероземных целинных почвах на глубине 5–15 см содержание троны достигает 13,2%, в то время как в орошаемых почвах этот минерал отсутствует. Присутствие троны можно связать с процессами засоления. Также наблюдается относительное снижение содержания полевого шпата в орошаемых горизонтах, что подтверждает разрушение первичных силикатов под действием орошения.

Таким образом, в результате рентгенодифрактометрического изучения тонкодисперсных фракций образцов серозема южного и лугово-сероземной почвы установлен следующий характер распределения глинистых минералов (табл 3, 4). Основными компонентами илистой фракции сероземов южных являются гидрослюды диоктаэдрические и их разновидности с преимущественным заселением октаэдрических поясов железом (железистыми иллитами), которым сопутствуют каолиновая группа, хлорит, полигорскит, кварц и полевые шпаты. Хлорит-каолинит-гидрослюдистой ассоциации сопутствуют также магниезиальные алюмосиликаты. В подчиненном количестве присутствуют слюда-смектиты с низким содержанием смектитовых пакетов. В лугово-сероземных орошаемых и неорошаемых почвах слюда-смектитовые смешаннослойные пакеты отсутствуют. Выявлен интересный факт наличия в лугово-сероземных целинных почвах минерала троны в средних горизонтах (рис.1, рис.2).

Ранее проведенные исследования илистой фракции сероземов северных и лугово-сероземных почв предгорных равнин Жетысуского хребта показали следующий минералогический состав у сероземов северных: смешаннослойные иллит-смектитовые образования, гидрослюда, каолинит, хлорит, лизардит, и неглинистые минералы-высокодисперсный кварц и полевые шпаты; лугово-сероземные почвы содержат: смешаннослойные образования, слюду, магнизоарфведсонит, каолинит, хлорит, лизортит, ферроактинолит, кварц и полевые шпаты [11, 12]. Сероземы северные развиваются в особых биоклиматических условиях по сравнению с сероземами южных областей Казахстана:

отличаются от последних малой карбонатностью и орошаются от горных источников воды, практически чистых от взвешенных частиц, которых в свою очередь достаточно в орошаемых водах Сырдарьи, которые приносят на поля южных сероземов громадное количество питательных веществ в твердом, так и растворенном виде [13-16].

Исследования влияния орошения на сероземы южные и лугово-сероземные почвы показали накопление илистой фракции в верхних горизонтах орошаемых почв (табл.1, табл.2).

Вместе с тем, отмечается увеличение в пахотных горизонтах содержания гидрослюды, это позволяет полагать, что накопление ила происходит за счет иллитов при аградационных процессах фиксации калия из различных источников и диспергации слюд крупного материала при орошении. Известны исследования влияния орошения на минералогический состав черноземов, где наблюдали увеличение содержания илистой фракции в результате увеличения содержания лабильных минералов [17-21]. Связывать процесс гидрослюзации илистой фракции только с разрушением небольшого количества смектитовой фазы в сероземе южном не приходится. Это зачастую отмечалось при исследовании влияния орошения на черноземные почвы, где установлен процесс гидрослюдизации илистой фракции в пахотных горизонтах за счет удаления смектита, преобладающего в количественном составе черноземов.

Поведение других минералов по профилю орошаемых южных сероземов показывает небольшое накопление кварца в верхних горизонтах. Более интенсивное накопление иллита по сравнению с кварцем показывает, что в илистой фракции он накапливается из-за разрушения крупных слюд и их перехода в более мелкие формы в процессе орошения.

По профилю орошаемых сероземов южных и лугово-сероземной почвы отсутствует закономерность в распределении каолиновой группы и наблюдается некоторое уменьшение количества хлорита в пахотном слое серозема южного.

Количество полевого шпата (альбит) и микролина с орошаемого южного серозема в пахотном горизонте также уменьшается.

Таблица 3 – Минералогический состав илистой фракции серозема южного

№п п	Глубина, см	Содержание ила, фр.< 1мкм	Иллит	СС М	Глауконит	Хлорит(клин охло р)	Кварц	Палыгорскит	Каолинит	Галлузит	Кальцит магнезильный	Кальций калийевый гидрофосфат	ПШ (альбит)	Микролин
(Р4/18) (пашня) Серозем южный светлый орошаемый тяжелосуглинистый														
1	0-10	18.88	16.8	3.3	12.5	12.6	12.9	8.3	9.1	7.7	4.9	4.0	4.7	3.2
2	17-27	17.21	15.3	5.1	11.6	13.1	12.7	9.5	8.7	6.3	5.0	3.8	4.9	4.0
3	35-45	18.28	11.6	6.7	12.6	14.8	12.0	8.8	8.9	7.2	5.5	2.5	4.8	4.6
4	63-73	14.38	8.5	8.2	11.2	13.9	14.1	10.1	9.9	7.1	3.4	2.7	5.3	5.6
5	90-100	15.55	8.4	9.1	11.7	14.2	12.5	9.7	8,6	6.9	4.9	2.6	5.6	5.8
(Р5/18) (целина) Серозем южный светлый среднесуглинистый														
1	0-6	17,76	12.4	15.7	8.3	9.2	15.1	5.9	11.2	5.0	4.2	1.5	6.3	5.1
2	6-16	16.08	11.3	15.2	7.3	10.7	14.8	6.0	10.7	5.4	4.3	2.2	7.1	5.0
3	18-28	15.38	10.1	13.0	6.9	12.0	14.3	6.5	11.6	6.2	4.3	3.5	6.4	5.2
4	34-44	19.85	11.0	13,0	7.2	11.3	15.8	5.7	10.9	5.5	5,1	3.2	6.7	4.6
5	90-100	14.98	11.7	14.1	7.5	11.2	14.1	7.8	11.8	4.3	4,9	2.3	5.9	4.4

Таблица 4 – Минералогический состав илистой фракции лугово-сероземной почвы

№п п	Глубина, см	Содержание ила, фр.< 1мкм	Илл ит	Глау ко нит	Соди ум силика г гидрат	Хло рит(клин охло р)	Квар ц	Пал ыгор скит	Каол инит	Гал лауаз ит	Каль цит магн езиа льн ый	Тро на	Каль ций кали евый фос фат	ПШ(ал ьбит)
(P9/19) (пашня) Лугово-сероземная орошаемая незасоленная легкосуглинистая на суглинке														
1	0-5	10.12	15.9	10.5	-	16.9	7.8	12.6	10.3	7.3	7.2	-	6.2	5.3
2	20-30	11.89	15.5	9.7	-	17.3	8.7	12.2	9.5	8.1	7.8	-	6.0	5.2
3	34-44	7.68	13.8	9.9	-	15.7	8.9	14.4	11.5	8.0	7.4	-	5.0	5.4
4	50-60	9.47	12.5	8.6	-	16.5	7.8	15.2	10.5	8.3	8.0	-	6.4	6.2
5		8.4	12.8	7.9	-	16.9	8.5	14.7	10.5	8.6	7.7	-	5.9	6.5
P8/19 (целина) Лугово-сероземная солончаковая легкосуглинистая на суглинке														
1	0-5	10.54	8.2	7.9	-	13.1	12.5	12.9	11.6	7.6	13.2	-	5.3	7.7
2	5-15	11.35	7.3	7.1	13.1	6.7	10.8	6.3	8.4	9.7	10.1	12.7	3.5	4.3
3	20-30	11.38	6.4	6.3	13.2	7.5	11.4	6.6	7.7	10.5	9.0	13.9	2.6	4.9
4	37-47	7.76	7.9	8.6	5.2	12.7	11.8	12.5	9.1	6.3	13.8	-	4.9	7.2
5	80-90	9.93	7.6	8.5	-	13.8	11.2	13.7	10.4	7.8	14.0	-	4.6	8.4

Рентгенодифрактометрический анализ проведен на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с SiK – излучением, β -фильтр. Условия съемки дифрактограмм: $U=35$ кВ; $I=20$ мА; съемка $\theta-2\theta$; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (PowderDiffractionFile) и дифрактограмм чистых от примесей минералов. (Рис1)

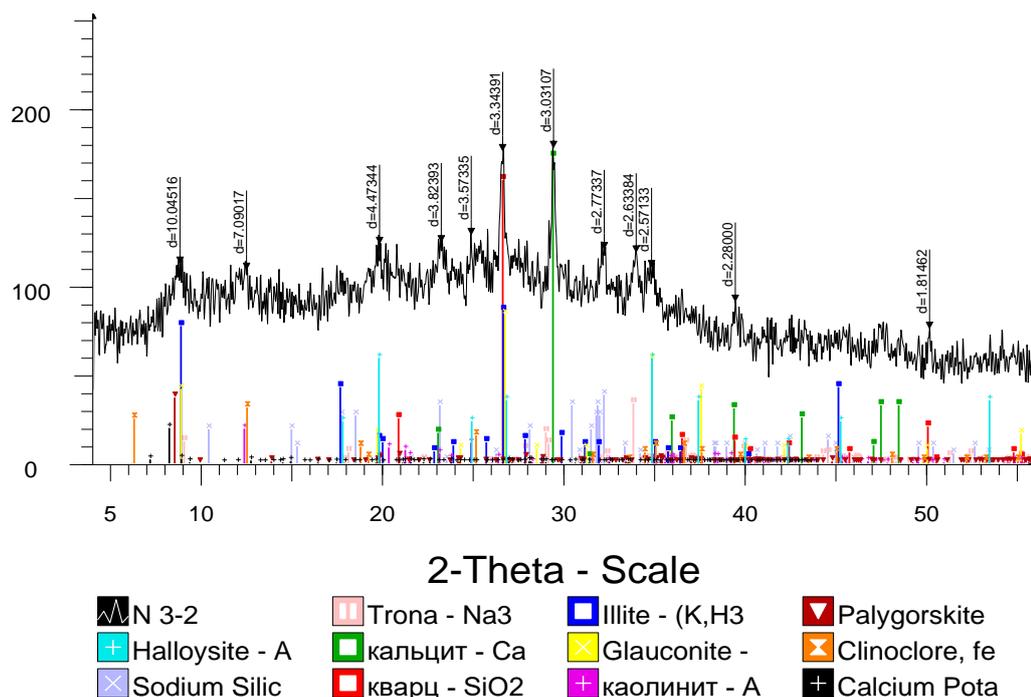


Рисунок 1 – Рентгендифрактограмма обр. N 3 – 2 (P8/19, 20-30) Лугово-сероземная солончаковая легкосуглинистая (целина)

Валовой анализ илистой фракции почв проведен методом рентгеноспектрального микроанализа на электронно-зондовом микроанализаторе марки Superprobe 733, JEOL(Япония). Анализ элементного состава и фотосъемка в различных видах излучений выполнены с использованием энергодисперсионного спектрометра JNCAENERGY (Oxfordinstruments) при ускоряющем напряжении 25кВ и токе зонда 25 нА. (Рис2)

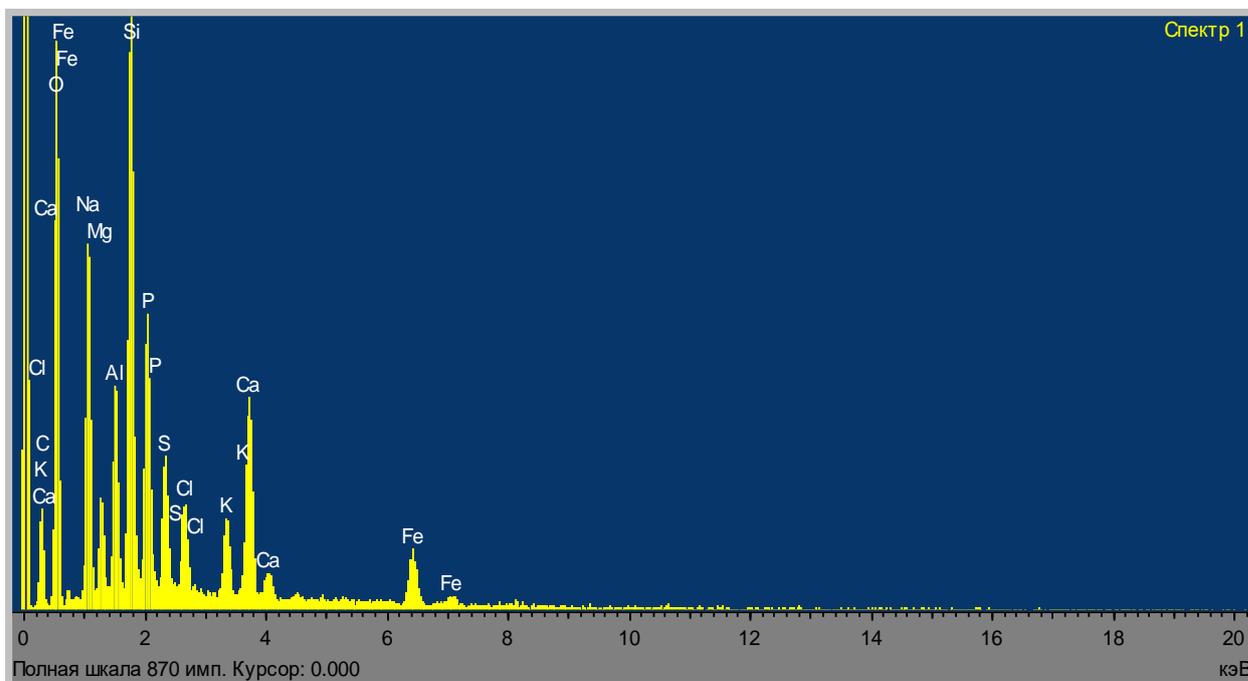


Рисунок 2 – Обр. N 3 – 2 (P8/19,20-30) Лугово-сероземная солончаковая легкосуглинистая (целина)

Заклучение

Впервые проведенные исследования илистой фракции сероземов южных и лугово-сероземных почв Шаульдерского массива Туркестанской области показали следующий минералогический состав у сероземов южных: иллит, глауконит (гидрослюда), смешаннослойные иллит-сметитовые образования, каолинит, галлуазит, хлорит (клинохлор), полевые шпаты и кварц; лугово-сероземная почва содержит: иллит, глауконит (гидрослюда) каолинит, галлуазит, хлорит (клинохлор), кварц, полевой шпат. Хлорит-каолинит-гидрослюдистой ассоциации сопутствуют также магниальные алюмосиликаты. Анализ методом рентгенодифракции и спектроскопии показал, что в результате орошения происходит увеличение содержания гидрослюдов в верхних горизонтах (иллита до 16,8%), сопровождающееся снижением содержания полевых шпатов. Наличие троны в целинных горизонтах лугово-сероземных почв (до 13,2%) подтверждает специфические условия солеобразования. Таким образом, все экспериментальные данные подтверждают вывод о негативном влиянии орошения на минералогическую структуру почв.

Отмечано, что в неорошаемой лугово-сероземной почве обнаружен минерал трона. Орошение, как известно, оказывает влияние не только на гумусное состояние, физико-химические свойства почв, но и изменяет более консервативную минеральную составляющую тонкодисперсной фракции.

Исследование поведения минералогического состава сопряженной пары орошаемой и неорошаемых сероземных почв Туркестанской области показал, что в верхних горизонтах орошаемых сероземов южных и лугово-сероземных почв происходит накопление ила за счет иллитов при аградационных процессах фиксации калия из различных источников и

диспергации слюд крупного материала. Вместе с тем, отмечается увеличение в пахотных горизонтах содержания гидрослюды, это позволяет полагать, что происходит процесс гидрослюзации илистой фракции из-за разрушения крупных слюд и их перехода в более мелкие формы и разрушения небольшого количества смектитовой фазы.

Как известно, реорганизация тонкодисперсной части почв в связи с орошением приводит к смене экологической обстановки. Так исследованный процесс гидрослюзации, увеличение содержания SiO₂ и изменение количества оксидов других элементов в результате разрушения силикатных минералов — это диагностический предостерегающий признак изменения минералогического состава сероземов южных и лугово-сероземных почв Туркестанской области, где орошение следует рассматривать как негативное явление.

Список литературы

- 1 Akinbodunse S.J., Ufer K., Dohrmann R., Mikutta C. Evaluation of the Rietveld method for determining content and chemical composition of inorganic X-ray amorphous materials in soils // *American Mineralogist*. – 2024. – Vol. 109(12). – P. 2037–2051. <https://doi.org/10.2138/am-2023-9240>
- 2 Bezboruah M., Sharma S.K., Laxman T., Ramesh S., Sampathkumar T., Gulaiya S., Malathi G., Krishnaveni S.A. Conservation Tillage Practices and Their Role in Sustainable Farming Systems // *Journal of Experimental Agriculture International*. – 2024. – Vol. 46(9). – P. 946–959. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i9289>
- 3 Чурилин Н.А., Лебедева М.П., Варламов Е.Б. Сравнительный минералогический анализ глинистой фракции солонцевой и каштановой почвы без видимого микрорельефа в северо-западной части Прикаспийской низменности // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. - 2020. - 5(101): - С. 159-181. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-159-181>
- 4 Турсынов Х. Минералогический состав илистой фракции почв долины среднего и нижнего течения р. Зарафшан. // Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. - М. 1970. - 23 с.
- 5 Егоров В.В., Иванова Е.Н., Фридланд В.М. Классификация и диагностика почв СССР. Колос, Москва. - 1977. - 225 с.
- 6 Chen M., Zhang S., Liu L., Ding, X. Influence of organic fertilization on clay mineral transformation and soil phosphorous retention: Evidence from an 8-year fertilization experiment // *Soil and Tillage Research*. – 2023. – Vol. 230. – P.105702. <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105702>
- 7 Еркін А.Н., Наушабаев А.Х., Сейткали Н. Түркістан облысы Көксу ауылдық округы топырақтарын агрохимиялық мониторингілеу // *Ізденістер, нәтижелер*. – 2020. – № 1 (085). – Б. 294-300.
- 8 Moore D.M., Reynolds R.C. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. – Oxford University Press, 1997. – 378 p.
- 9 Dohrmann R., Kaufhold S. The Rietveld method for quantifying clay minerals. // *Applied Clay Science*. – 2010. – Vol. 47. – P. 394–400.
- 10 Środoń J. et al. Quantitative mineralogy of soils using X-ray powder diffraction: Rietveld refinement and factor analysis. // *Geoderma*. – 2001. – Vol. 98. – P. 1–14.
- 11 Makhkamova D. Mechanical composition of gypsum virgin land and irrigated soils Zarbdar district of Jizzakh region // *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. - 2020. – Vol. 2(10). – P. 12-16.
- 12 Омирзакова А.Н., Пачикин К.М. Минералогический состав сероземов предгорных равнин хребта Жетысу // *Почвоведение и агрохимия*. - 2018. – № 4. – С. 22-31.
- 13 Пачикин К.М., Ерохина О.Г. Геогенетические исследования за годы независимости Казахстана // *Почвоведение и Агрохимия*. - 2011. – № 4. – С. 14-29.
- 14 Пачикин К.М., Ерохина О.Г., Кусаинова М.Д., Адамин Г.К., Лукбанова Р.С., Сонгулов Е.Е. Почвы и почвенный покров предгорных равнин Жетысуского хребта // *Почвоведение и агрохимия*. - 2016. – № 1. – С. 5-23.

15 Пачикин К.М., Ерохина О.Г., Сапаров А.С., Омирзакова А.Н., Сонгулов Е.Е. Почвенные исследования орошаемых и залежных засоленных почв Сырдарьинской части Туркестанской области. // Почвоведение и агрохимия. - 2019. – № 4. – С. 5-17.

16 Кардашева З., Ануарбеков К., Меранзов Р. Геологическое строение почв и урожайность риса в бассейне реки Или // Новости НАН РК. - 2020. - № 5(443). – С. 165-171. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.117>

17 Sakbaeva Z., Acosta-Martínez V., Moore-Kucera J., Hudnall W., Nuridin K. Interactions of soil order and land use management on soil properties in the Kukart watershed, Kyrgyzstan // Applied and Environmental Soil Science. - 2012. 130941. <https://doi.org/10.1155/2012/1309417>.

18 Сапаров А.С., Сапаров Г.А., Токсеитов Н.Н. Биологическая активность орошаемых засоленных почв Туркестанской области // Почвоведение и агрохимия. - 2020. - № 3: - С. 43-53.

19 Савин И.Ю., Отаров А.В., Жоголев А.В., Ибраева М.А. Выявление долговременных изменений площади засоленных почв обочинного орошаемого массива по спутниковым снимкам Landsat. // Бюллетень почвенного института имени В.В. Докучаева. - 2014. – № 74. – С. 49-65.

20 Wang C., Wen M., Yang S., Huo L., Jiang W. Effects of different tillage practices on physical characteristics of irrigated sierozem soil and maize yield // Agricultural Research in the Arid Areas. - 2022.- Vol. 40(3). – С. 170-177. doi:10.7606/j.issn.1000-7601. 2022.03.21.

21 Вырахманова А.С., Отаров А., Пошанов М.Н., Дүйсеков С.Н., Сулейменова А.И. Шәуілдір суармалы алқабының ежелгі аллювиальды террасалық (жоғарғы) бөлігі топырақтарындағы ауыр металдардың негізгі геохимиялық көрсеткіштері. Изденістер, нәтижелер. – 2020. – № 1 (085). – Б. 285-294.

References

1 Akinbodunse S.J., Ufer K., Dohrmann R., Mikutta C. Evaluation of the Rietveld method for determining content and chemical composition of inorganic X-ray amorphous materials in soils // American Mineralogist. – 2024. – Vol. 109(12). – P. 2037–2051. <https://doi.org/10.2138/am-2023-9240>

2 Bezboruah M., Sharma S.K., Laxman T., Ramesh S., Sampathkumar T., Gulaiya S., Malathi G., Krishnaveni S.A. Conservation Tillage Practices and Their Role in Sustainable Farming Systems // Journal of Experimental Agriculture International. – 2024. – Vol. 46(9). – P. 946–959. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i9289>

3 Churilin N.A., Lebedeva M.P., Varlamov Ye.B. Sravnitel'nyy mineralogicheskiiy analiz glinistoy fraktsii solontsovoy i kashtanovoy pochvy bez vidimogo mikrorel'yefa v severo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy nizmennosti // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchayeva. - 2020. - 5(101): - S. 159-181. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-159-181>

4 Tursynov KH. Mineralogicheskiiy sostav ilistoy fraktsii pochv doliny srednego i nizhnego techeniya r. Zarafshan. // Avtoref. diss. na soiskaniye uchenoy stepeni kand. biol. nauk. - M. 1970. - 23 s.

5 Egorov V.V., Ivanova E.N., Fridland V.M. Classificationes et diagnostica terrae URSS. Kolos, Moscow. - 1977. - 225 p.

6 Chen M., Zhang S., Liu L., Ding, X. Influence of organic fertilization on clay mineral transformation and soil phosphorous retention: Evidence from an 8-year fertilization experiment // Soil and Tillage Research. – 2023. – Vol. 230. – P.105702. <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105702>

7 Erkin A.N., Naushabaev A.Kh., Seytkali N. Turkistan obalds Koksu auldyk districtus topyraktaryn agrochemical vigilantia // Izdenister, natizheler. – MMXX. – Numerus I (085). – B. 294-300.

8 Moore D.M., Reynolds R.C. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. – Oxford University Press, 1997. – 378 p.

9 Dohrmann R., Kaufhold S. The Rietveld method for quantifying clay minerals. // Applied Clay Science. – 2010. – Vol. 47. – P. 394–400.

- 10 Środoń J. et al. Quantitative mineralogy of soils using X-ray powder diffraction: Rietveld refinement and factor analysis. // *Geoderma*. – 2001. – Vol. 98. – P. 1–14.
- 11 Makhkamova D. Mechanical composition of gypsum virgin land and irrigated soils Zarbdar district of Jizzakh region // *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. - 2020. – Vol. 2(10). – P. 12-16.
- 12 Omirzakova A.N., Pachikin K.M. Mineralogicheskiiy sostav serozemov predgornyykh ravnin khrebtu Zhetysu // *Pochvovedeniye i agrokhimiya*. - 2018. – № 4. – С. 22-31.
- 13 Pachikin K.M., Yerokhina O.G. Geogeneticheskiiy issledovaniya za gody nezavisimosti Kazakhstana // *Pochvovedeniye i Agrokhimiya*. - 2011. – № 4. – С. 14-29.
- 14 Pachikin K.M., Erokhina O.G., Kusainova M.D., Adamin G.K., Lukbanova R.S., Songulov E.E. Soils ac solo tegumento campi radiceis Zhetysu iugo // *Solae scientiae et agrochemisticae*. - 2016. - N. 1. - P. 5-23.
- 15 Pachikin K.M., Yerokhina O.G., Saparov A.S., Omirzakova A.N., Songulov Ye.Ye. Pochvennyye issledovaniya oroshayemykh i zaleznykh zasolennykh pochv Syrdar'inskoy chasti Turkestanskoy oblasti. // *Pochvovedeniye i agrokhimiya*. - 2019. – № 4. – С. 5-17
- 16 Kardasheva Z., Anuarbekov K., Meranzov R. Geologicheskoye stroyeniye pochv i urozhaynost' risa v basseyne reki Ili // *Novosti NAN RK*. - 2020. - № 5(443). – С. 165-171. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.117>
- 17 Sakbaeva Z., Acosta-Martínez V., Moore-Kucera J., Hudnall W., Nuridin K. Interactions of soil order and land use management on soil properties in the Kukart watershed, Kyrgyzstan // *Applied and Environmental Soil Science*. - 2012. 130941. <https://doi.org/10.1155/2012/1309417>.
- 18 Saparov A.S., Saparov G.A., Tokseitov N.N. Biologicheskaya aktivnost' oroshayemykh zasolennykh pochv Turkestanskoy oblasti // *Pochvovedeniye i agrokhimiya*. - 2020. - № 3: - S. 43-53.
- 19 Savin I.YU., Otarov A.V., Zhogolev A.V., Ibrayeva M.A. Vyyavleniye dolgovremennykh izmeneniy ploshchadi zasolennykh pochv obochinogo oroshayemogo massiva po sputnikovym snimkam Landsat. // *Byulleten' pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchayeva*. - 2014. – № 74. – S. 49-65.
- 20 Wang C., Wen M., Yang S., Huo L., Jiang W. Effects of different tillage practices on physical characteristics of irrigated sierozem soil and maize yield // *Agricultural Research in the Arid Areas*. - 2022.- Vol. 40(3). – С. 170-177. doi:10.7606/j.issn.1000-7601. 2022.03.21.
- 21 Vyrahmanova A.S., Otarov A., Poshanov M.N., Duysekov S.N., Suleimenova A.I. Shauildir suarmala alkabynyn ezhelgi alluvialda terrassalyk (zhogargy) boligi topyraktaryndagy auyr metallardyn negizgi geochemicals kersetkishteri. *Izdenister, natizheler*. – MMXX. – Numerus I (085). – B. 285-294.

¹*А.Н. Омирзакова, ^{1,2}Е.Е. Сонгулов*, ^{1,3}А.К. Ершибулов, ⁴С. Делибачак*

¹*Ө.Ө. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан*

²*Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан, songulov@mail.ru**

³*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, azamat_ershibul@mail.ru*

⁴*Топырақтану және өсімдіктерді қоректендіру факультеті, Эге Университеті, Измир, Түркия, sezai.delibacak@gmail.com*

ШӘУІЛДІР СУАРУ МАССИВІНІҢ СҰР ТОПЫРАҚТАРДЫ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Түркістан облысындағы Шәуілдір суармалы массивінің топырағының минералогиялық құрамы алғаш рет зерттеліп отыр. Зерттеудің мақсаты – суармалы сұр топырақтарды ұтымды пайдаланудың ғылыми негіздерін әзірлеу және Қазақстанның оңтүстігіндегі ауыл шаруашылығы жерлерінің қазіргі жағдайын бағалау. Оңтүстік сұр топырақтың жыртылған қабатында (0–10 см) SiO₂ мөлшері 56,8%, Al₂O₃ — 19,8%, Fe₂O₃ — 9,73%, MgO — 4,75%

болды. Ил фракциясында мынадай минералдар анықталды: иллит (16,8%-ға дейін), глауконит (12,5%-ға дейін), каолинит (9,1%-ға дейін), хлорит (12,6%-ға дейін), дала шпаты – 4,7%-ға дейін. Шабындық-сұр топырақтың орта қабатында трона минералының (13,2%-ға дейін) кездесуі тіркелді.

Оңтүстік сұр топырақтардың жұп үлгілеріндегі жұқа дисперсті фракцияны талдау нәтижесінде келесі минералогиялық құрам анықталды: иллит, глауконит (гидрослюда), аралас қабатты иллит-сметтит түзінділері, каолинит, галлуазит, хлорит (клинохлор), дала шпаты және кварц. Шабындық-сұр топырақтарда да иллит, глауконит (гидрослюда), каолинит, галлуазит, хлорит (клинохлор), кварц және дала шпаттары кездеседі. Сонымен қатар, хлорит-каолинит-гидрослюдалық минералдық ассоциацияда магнийлі алюмосиликаттар бар.

Суармалы және суарылмайтын сұр топырақтардың минералогиялық құрамын зерттеу нәтижесінде калийдің әртүрлі көздерден бекітілуі және ірі фракциялы слюдалардың диспергациясы есебінен иллиттердің жиналуы арқылы ил фракциясының артуы байқалды. Жыртылған қабаттарда гидрослюданың көбеюі ірі слюдалардың физикалық ұсақталуы және сметтиттік фазаның бір бөлігінің бұзылуы салдарынан илдің гидрослюдаға айналуын көрсетеді. Бұл өз кезегінде суару әсерінен топырақтың жұқа дисперсті бөлігі құрылымдық өзгеріске ұшырағанын дәлелдейді.

Кілт сөздер: жұқа дисперсті минералогия, суармалы топырақтар, оңтүстік сұр топырақтар, гидрослюда, аралас қабатты түзілімдер, каолинит, хлорит.

¹A.N. Omirzakova, ^{1,2}E.E. Songulov*, ^{1,3}A.K. Yerhibulov, ⁴S. Delibachak

¹ Kazakh Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U.U. Usпанov, Almaty, Kazakhstan

² Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan, songulov@mail.ru*

³ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, azamat_ershibul@mail.ru

⁴Department of Soil Science and Plant Nutrition, Ege University, Izmir, Turkey, sezai.delibacak@gmail.com

STUDIES OF THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF GRAY-EARTH SOILS OF THE SHAULDER IRRIGATION MASSIF

Abstract

The study of the mineralogical composition of the soils of the Shoulder irrigated massif in the Turkestan region was conducted for the first time in order to develop scientific foundations for the rational use of irrigated gray soils and assess the current state of agricultural lands in southern Kazakhstan. In the arable horizon of the southern serozem (0-10 cm), the content of SiO₂ was 56.8%, Al₂O₃ — 19.8%, Fe₂O₃ — 9.73%, MgO — 4.75%. The silty fraction contains: illite (up to 16.8%), glauconite (up to 12.5%), kaolinite (up to 9.1%), chlorite (up to 12.6%), feldspar — up to 4.7%. In meadow-gray soil, the presence of thrones (up to 13.2%) in the middle horizon was noted.

Analysis of the finely dispersed fraction of the conjugated pair of southern serozems revealed the following mineralogical composition: illite, glauconite (hydroludes), mixed-layered illite-smectite formations, kaolinite, galloisite, chlorite (clinochlorite), feldspar and quartz. Illite, glauconite (hydroslydes), kaolinite, galloisite, chlorite (clinochlorite), quartz, and feldspar have been found in meadow-gray soils. In addition, magnesian aluminosilicates are present in the chlorite-kaolinite-hydrous mineral association.

The study of the mineralogical composition of irrigated and non-irrigated gray-earth soils showed the accumulation of silt due to illites as a result of agradation processes associated with the fixation of potassium from various sources and the dispersion of mica of a large fraction. An increase in the content of hydrous mica in arable horizons indicates the transformation of silt into hydrous caused by the physical dispersion of large micas and the destruction of part of the smectite phase. This, in turn, led to structural changes in the finely dispersed part of the soils under the influence of irrigation.

Keywords: finely dispersed mineralogy, irrigated soils, southern gray soils, hydroslydes, mixed-layer formations, kaolinite, chlorite.