

УДК 504.53:631.416.9

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ

Турдалиев А.Т., Аскарлов К.А., Жалилова Ш.А., Гуломова З.А., Мусаев И.И.
Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: avazbek1002@mail.ru

В статье приведены физико-химические и геохимические особенности и их влияние на почвенно-экологическое состояние орошаемых луговых сазовых почв Центральной Ферганы. Охарактеризованы педолитные горизонты с отрицательными водно-физическими и другими свойствами, которые являются результатом гидроаккумулятивных процессов в почвах пустынной зоны. Определено почвенный раствор и его свойства. Концентрация почвенных растворов в педолитных горизонтах изученных почв варьирует в пределах 4,1–6,2 г/л, что ниже, чем в почвенных горизонтах. При этом коэффициент вариации составляет 2,76–8,30%, точность составляет 1,09–3,39%. С ростом окультуренности наблюдается уменьшение содержания как токсичных, так и нетоксичных солей. Количество и качество простых и сложных солей, минералов почв зависит от их зональности, местных условий, состава минералов и солей, структуры кристаллической решетки, размера входящих в кристаллическую решетку ионов, количества и качества, потенциала Картледжа и др. Энергия кристаллических решеток щелочных металлов близка между собой, но при этом энергия калиевых солей меньше, чем натриевых, следовательно, это положение определяет их участие в засолении почв. Причиной ускоренной реставрации воднорастворимых солей после промывки педолитных почв служит неглубокий вымыв солей, т.е. от поверхности неглубоко залегающих арзык-шоховых, шох-арзыкковых горизонтов в луговых сазовых почвах.

Ключевые слова: арзык, шох, педолит, луговые, аккумуляция, почвенный раствор, энергия, кристаллическая решетка

PHYSICAL-CHEMICAL, GEOCHEMICAL FEATURES AND THEIR IMPACT OF SOIL-ECOLOGICAL STATE OF HYDROMORPHIC SOILS

Turdaliev A.T., Askarov K.A., Zhalilova Sh.A., Gulomova Z.A., Musaev I.I.
Fergana State University, Fergana, e-mail: avazbek1002@mail.ru

The article presents the physical-chemical and geochemical features and their impact soil-ecological state of the irrigated meadow soils of Central Fergana. Pedolytic horizons with negative water-physical and other properties, which are the result of hydroaccumulative processes in the soils of the desert zone, are characterized. Soil solution and its properties are determined. Concentration of soil solutions in pedolytic horizons of studied soils varies within 4.1-6.2 g/l, which is lower than in soil horizons. At the same time coefficient of variation is 2.76-8.30%, accuracy is 1.09-3.39%. With growing culturality, both toxic and non-toxic salts have decreased. The quantity and quality of simple and complex salts, soil minerals depends on their zonality, local conditions, composition of minerals and salts, structure of crystal lattice, size of ions included in crystal lattice, quantity and quality, potential of Kartledge, etc. The energy of alkali metal crystal lattices is close to each other, but the energy of potassium salts is less than sodium salts, hence this position will determine their participation in soil salinization. The reason for the accelerated restoration of water-soluble salts after washing the pedolitic horizons of soils serves as superficial leaching salts, i.e. from a surface not deep-laying the arzyk-shokhoviykh, the shokh-arzykoviykh of the horizons in meadow the sazoviykh soils.

Keywords: arzyk, shokh, pedolyte, meadow, accumulation, soil solution, energy, crystal lattice

В настоящее время в результате процессов деградации посевных площадей, опустынивания и заболачивания, водной и ветровой эрозии, засоления и загрязнения тысячи гектаров земель выпадают из сельскохозяйственного оборота. В мире немаловажное научно-практическое значение имеет исследование типоморфных, а также парагенетических групп элементов в индивидуальных образцах почв и почвообразующих пород.

Исследование химических и геохимических особенностей с педогеохимической точки зрения засоленных почв с плохой водо- и воздухопроницаемостью является одной из актуальных проблем земледель-

ческой практики на орошаемых площадях Узбекистана.

Отдельные геохимические, агрохимические и агрометрические свойства почв пустынной зоны, в особенности Центральной Ферганы, изучали А. Максудов [1], Ш.Я. Эшпулатов [2] и другие авторы. Недостаточно изучена педогеохимия этой зоны.

Обзорных работ очень мало, к их ряду относятся работы иностранных учёных М. Switoniak, P. Mroczek, R. Bednarek [3], G.V. Shipkova [4] и др.

Сформировавшиеся в Центральной Фергане орошаемые, засоленные, имеющие на различной глубине арзык-шоховые, шох-

арзыковые горизонты почвы требуют систематического изучения с педогеохимической точки зрения.

Цель исследования: определение геохимических и мелиоративных свойств, а также плодородия и почвенно-экологического состояния орошаемых засоленных, педолитных луговых сазовых почв Центральной Ферганы.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются новоосвоенные, новоорошаемые, староорошаемые луговые сазовые почвы Центральной Ферганы, сформированные на аллювиальных, аллювиально-пролювиальных отложениях, засоленные, имеющие на разных глубинах арзык-шоховые, шохарзыковые горизонты.

В качестве основного метода, применялся морфогенетический, сравнительно-географический метод В.В. Докучаева [5] и метод полевого опыта Б.А. Доспехова [6]. Почвенно-химические анализы проведены согласно описанию «Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных районах» и «Руководство по химическому анализу почв».

Результаты исследования и их обсуждение

В Центральной Фергане при средней степени минерализации и слабого стока минерализованных грунтовых вод в пустынных условиях в засоленных почвах с низким содержанием гумуса при соотношении C:N 5,2–7,9 формировались луговые сазовые педолитные почвы. Обнаружены педолит-

ные горизонты на различных глубинах от поверхности. Глубина расположения педолитных горизонтов начиная от юга к северу поднимается вверх.

В орошаемых луговых сазовых почвах Куштепинского тумана эта глубина составляет 93–111 см, а в Язьяванском тумане – 32–55 см, в Улугнорском – 18–33 см. Распределение педолитных горизонтов имеет мозаичный характер, т.е. несплошное. Гранулометрический состав почв в основном легко- и среднесуглинистый. Характерная особенность этих почв – отсутствие гумуса и цементации педолитных горизонтов [7].

В этих условиях, т.е. в аридных регионах, при слабой степени природной дренированности, даже малое содержание солей в грунтовых водах приводит к их аккумуляции, следовательно, к засолению почв. В поливных условиях содержание солей в поливных водах в количестве 1–1,5 г/л служит дополнительным источником аккумуляции солей в почвах. При этом нарушается солевое равновесие и качество. Ясно одно, простые соли в почвах, несмотря на их подчиненное положение, влияют на энергетику почв и почвообразования, на физические, химические и биогеохимические свойства. Также сильно влияют на протекающие в почве различные процессы.

При этом немаловажное значение имеют качественный состав солей, количество, геоэнергетическое состояние. Надо помнить, что аккумуляция и расход энергии в почвах во многом связаны с количеством и качеством солей. При этом достоверно известно, что каждая молекула кристаллизационной воды вносит в кристаллическую решетку 1542 дЖ энергии.

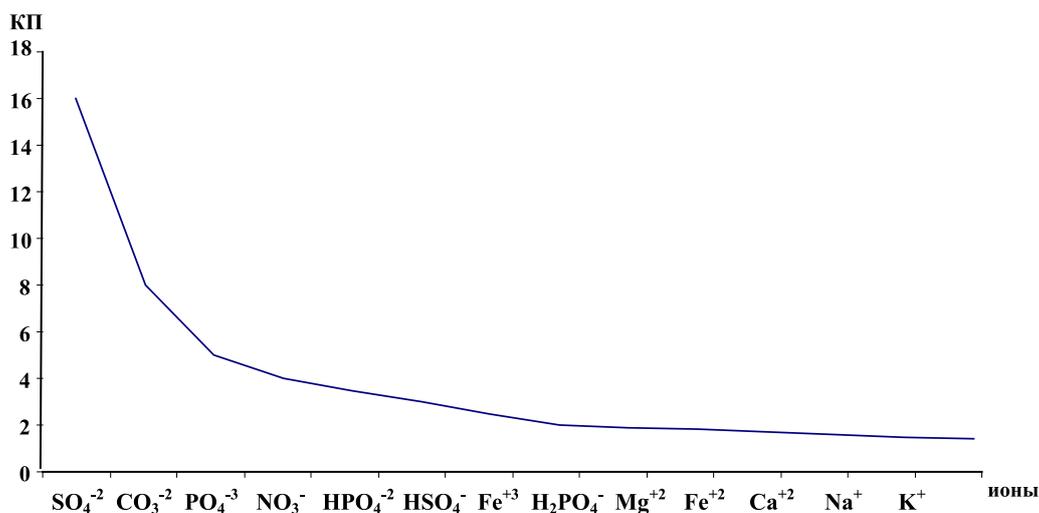


Рис. 1. Геохимический спектр Картледж потенциала ионов

Количество и качество простых и сложных солей, минералов почв зависит от их зональности, местных условий, состава минералов и солей, структуры кристаллической решетки, размера входящих в кристаллическую решетку ионов, количества и качества, потенциала Картледжа и др.

Такие катионы, как K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , имеют низкие потенциалы, и по этой причине они в основном находятся в составе растворов щелочной природы. При просмотре спектров ионов обнаруживается, что более высокие положения соответствуют аниона (рис. 1), поэтому анионы в растворах проявляют металлоидные свойства.

Кроме того, количество энергии в кристаллической решетке у анионов выше, чем у катионов. Эти спектры одновременно указывают на относительное содержание ионов в изученных почвах.

Из данных потенциала ионизации видно, что наиболее высокие показатели соответствуют ионам SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , которые в свою очередь существенно влияют на свойства почв и педолитных горизонтов.

Самые высокие показатели энергии кристаллической решетки приходятся на трехвалентные катионы, а относительно малые показатели свойственны одновалентным катионам и анионам (рис. 2) [8].

Энергия кристаллических решеток щелочных металлов близка между собой, но при этом энергия калиевых солей меньше, чем натриевых, следовательно, это положение определяет их участие в засолении почв.

Следует помнить, что энергия кристаллической решетки солей является потенциальной энергией для данной почвы.

Большая часть приходится на сульфатные, карбонатные и фосфатные соли (рис. 2).

Количественное распределение этих солей в почвах, педолитных горизонтах представлено на рис. 3.

Из приведенных материалов спектра солей видно, что относительно высокое содержание солей приходится на горизонт 18–33 см в разрезе 8А, где педолитные горизонты расположены высоко. При этом аналогичная ситуация наблюдается в содержании токсичных и нетоксичных солей. Распределение солей в этих горизонтах имеет следующий вид: $MgSO_4 > CaSO_4 > Na_2SO_4 > Ca(HCO_3)_2 > NaCl, Na_2CO_3$.

Следует подчеркнуть, что во всех изученных педолитных горизонтах обнаружен Na_2CO_3 в количестве 0,02–0,025%, которое должно нас настораживать.

Таким образом, с ростом атомной массы, место в периодической системе количество элементов и солей, в частности карбонатных солей, уменьшается.

В частных случаях, таких как наш, расположение металлов выглядит таким образом: $Fe^{+2}, Ca^{+2}, Mn^{+2}, Sr^{+2}, Ba^{+2}$, т.е. эти металлы в наших почвах не подчиняются вышеуказанным правилам. Как ожидалось, наибольшее содержание характерно для $Ca^{+2}, Fe^{+2}, Na^+, Mg^{+2}, Sr^{+2}$.

По общему содержанию имеют ряд: $Ca^{+2} > Fe^{+2} > Na^+ > Mg^{+2} > Sr^{+2} > Mn^{+2} > Ba^{+2} > Pb^{+2} > Co^{+2} > Cd^{+2} > Zn^{+2}$.

Карбонатные соли этих элементов в соответствии с их массой располагаются следующим образом:

Разрез 8А, глубина 18–33 см. $CaCO_3 > MgCO_3 > FeCO_3 > Na_2CO_3 > MnCO_3 > SrCO_3 > BaCO_3 > CoCO_3 > ZnCO_3 > CdCO_3 > PbCO_3$.

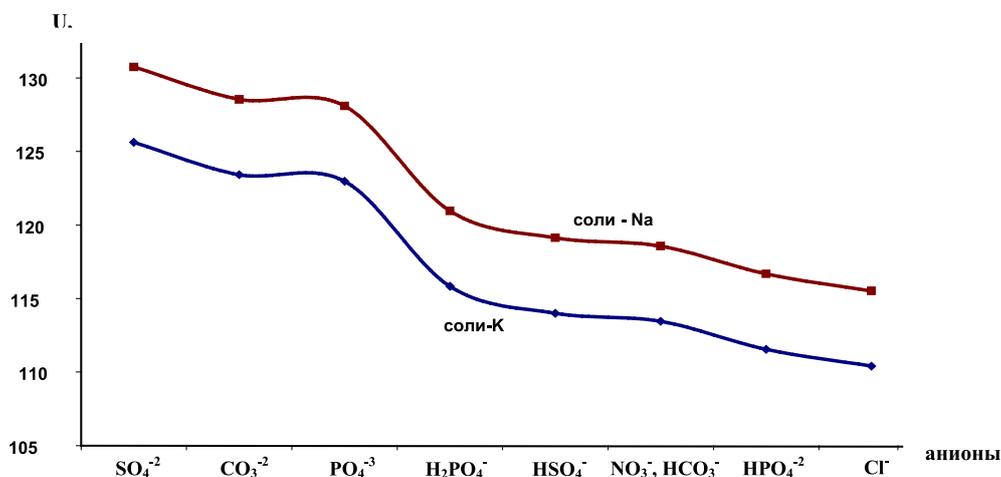


Рис. 2. Спектр кристаллической энергии солеобразующих анионов

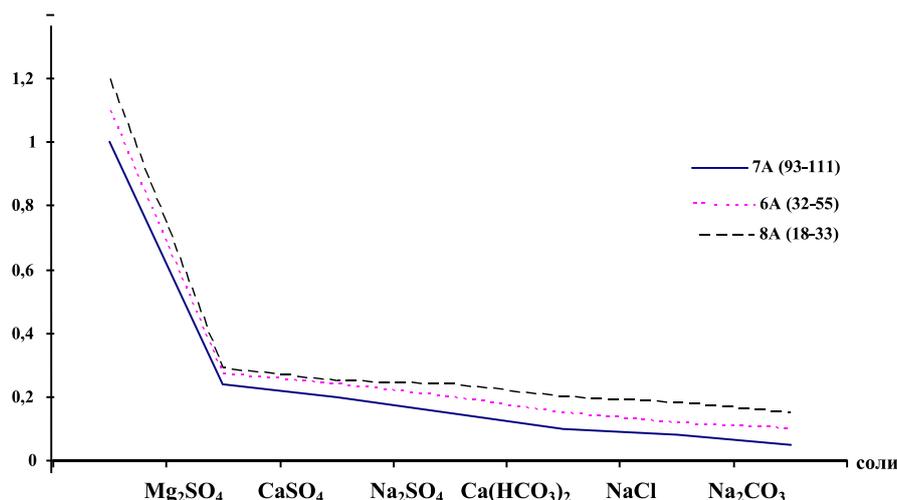


Рис. 3. Геохимические спектры солей в педолитных горизонтах

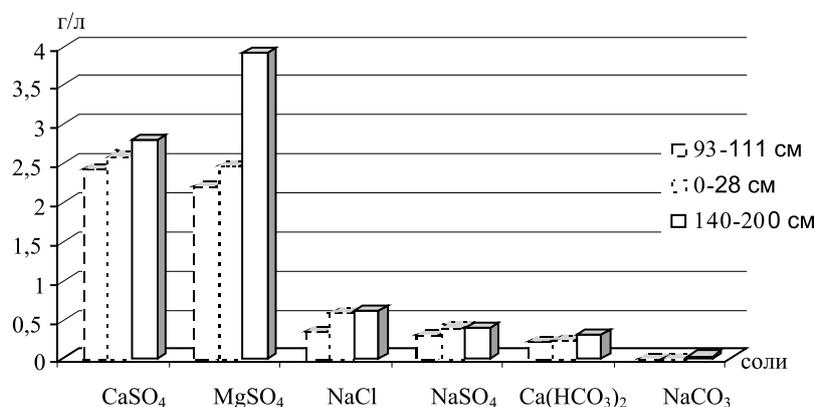


Рис. 4. Динамика свойств почвенных растворов

Разрез 6А, глубина 32–55 см. $\text{CaCO}_3 >$
 $> \text{MgCO}_3 > \text{FeCO}_3 > \text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{MnCO}_3 >$
 $> \text{BaCO}_3 > \text{SrCO}_3 > \text{CoCO}_3 > \text{ZnCO}_3 >$
 $> \text{PbCO}_3 > \text{CdCO}_3$.

Разрез 7А, глубина 93–111 см. $\text{BaCO}_3 >$
 $> \text{PbCO}_3 > \text{SrCO}_3 > \text{CaCO}_3 > \text{CdCO}_3 >$
 $> \text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{MnCO}_3 > \text{FeCO}_3 > \text{ZnCO}_3 >$
 $> \text{CoCO}_3 > \text{MgCO}_3$.

Из этих рядов и их количественных показателей обнаруживается, что в самых твердых по морфологическому признаку горизонтах (раз. 6А, глубина 32–55 см) содержание Ca^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} , Ba^{+2} выше, чем в двух других педолитных горизонтах. Содержание Ba^{+2} в этом горизонте в 10 раз больше, чем в глубинных, в 20 раз больше, чем в поверхностных педолитных горизонтах. Это и определяет более высокую твердость горизонта 32–55 см.

В содержании углекислых солей кальция тоже обнаруживается почти аналогичная картина, но при этом содержание

CaCO_3 выше в глубинных (93–111 см) педолитных горизонтах.

Концентрация почвенных растворов в педолитных горизонтах изученных почв варьирует в пределах 4,1–6,2 г/л, что ниже, чем в почвенных горизонтах. При этом коэффициент вариации составляет 2,76–8,30%, точность составляет 1,09–3,39%. С ростом окультуренности наблюдается уменьшение содержания как токсичных, так и нетоксичных солей. Это положение четко наблюдается при сопоставлении данных разрезов 7А, 9А с разрезом 6А (рис. 4).

С ростом периода орошения в почвах наблюдается также уменьшение соды и гидрокарбонатных, сернокислых солей натрия и магния.

Повышенное содержание MgSO_4 в изученных почвах (в отдельных случаях больше, чем CaSO_4) связано с содержанием этих солей и соды в грунтовых водах.

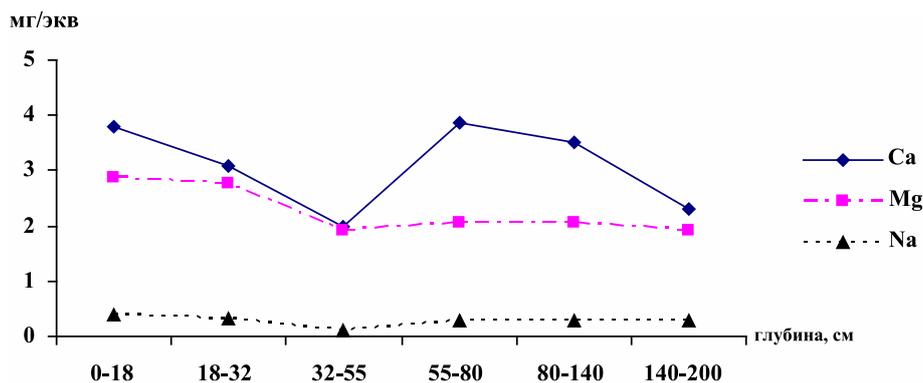


Рис. 5. Поглощенные катионы

Следует особо подчеркнуть, что при исследовании свойств почв важное место занимает концентрация и состав почвенных растворов, а наибольшее значение имеет активность ионов, в том числе Na^+ . Если рассмотреть взаимную корреляционную связь между концентрациями почвенных растворов и активностью катиона натрия, связь положительная – 0,2, но низкая, а корреляция между активностью катиона натрия и его коэффициента активности тесная 0,66. В содержании поглощенного натрия и других катионов резкого различия в закономерности их распределения в педолитных горизонтах не наблюдается.

Наименьшее содержание соответствует натрию, а самые высокие показатели характерны для Ca^{+2} , в этом ряду Mg^{+2} занимает промежуточное положение, но в педолитных горизонтах содержание поглощенных Ca, Mg почти одинаковое (рис. 5).

Относительно хорошее соотношение катионов в педолитных горизонтах наблюдается в разрезе 7А, глубина 93–111 см, а затем идут педолитные горизонты разрезов 6А и 8А. В этих горизонтах корреляционная связь между Ca^{+2} и Mg^{+2} положительная.

Заключение

Арзык-шоховые, шох-арзыкские горизонты орошаемых луговых сазовых почв являются их генетическими горизонтами и называются педолитами. Эти горизонты в результате длительного орошения и окультуривания постепенно теряют свои основные свойства и медленно разрушаются, и улучшается почвенно-экологическое состояние почв.

Причиной ускоренной реставрации воднорастворимых солей после промывки педолитных почв служит неглубокий вымыв солей, т.е. от поверхности неглубокозале-

гающих арзык-шоховых, шох-арзыкских горизонтов в луговых сазовых почвах. При поливах пшеницы на неглубокозалегающих педолитных почвах часто всходы погибают, причиной чего служат поливы, которые проводятся в мае и увлажняют почву до глубины педолитных горизонтов, т.е. на глубину 18–33 см, 32–55 см. После полива в течение 2–3 дней сульфатные и хлоридные соли мигрируют вверх, при этом в этих почвах при засолении по плотному остатку 0,5–1% образуется временная сода, под влиянием которой сперва всходы желтеют, а потом полностью погибают.

Управлению сельского и водного хозяйства районов, фермерскому союзу рекомендуется производить посевы сельскохозяйственных культур с учетом длины основной массы корней культур и глубины расположения педолитных горизонтов. Также рекомендуется в подачу промывной нормы воды для этих почв внести поправки с учетом глубины расположения педолитных горизонтов.

Результаты исследований использованы для разработки рекомендаций производству и внедрены на посевных площадях Ферганской области, имеющих педолитные горизонты. Это позволило сохранить плодородие почвы, улучшить почвенно-экологическое состояние и водосохраняющую способность почв, агрофизические и агрохимические свойства, увеличить эффективность использования минеральных удобрений, а также определить нормы полива в вегетационный период, предотвратить бесполезный расход воды, обеспечить экономию воды.

Список литературы

1. Максудов А. Изменение почвенно-экологических условий Ферганской долины под антропогенным воздействием. Ташкент: Фан, 1990. 101 с.

2. Эшпулатов Ш.Я. Влияние оросительных вод на плодородие светлых сероземов // Актуальные вопросы современной науки. 2014. № 2. С. 25–28.
3. Switoniak M., Mroczek P., Bednarek R. Luvisols or Cambisols? Micromorphological study of soil truncation in young morainic landscapes case study: Brodnica and Chelmno Lake Districts (North Poland) *Catena*. 2016. vol. 137. P. 583–595.
4. Shipkova G.V. Accumulation and distribution features of micro-and macroelements in luvisols of plain and mountainous regions. *Journal of Geochemical Exploration*. 2018. Т. 184. P. 394–399.
5. Докучаев В.В. Избранные сочинения М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 1. 368 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
7. Turdaliev A.T., Yuldashev G. Morphological features of pedolytical soils in Central Ferghana. *European science review*. 2016. № 5–6. P. 14–15.
8. Турдалиев А.Т., Юлдашев Г. Геохимия педолитных почв. Т., 2015. 200 с.